

Técnicas de ahorro de agua y energía en Parcela

Enrique Playán

EEAD-CSIC

19 de marzo de 2014



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS


Grupo de Riego, Agronomía y medio Ambiente



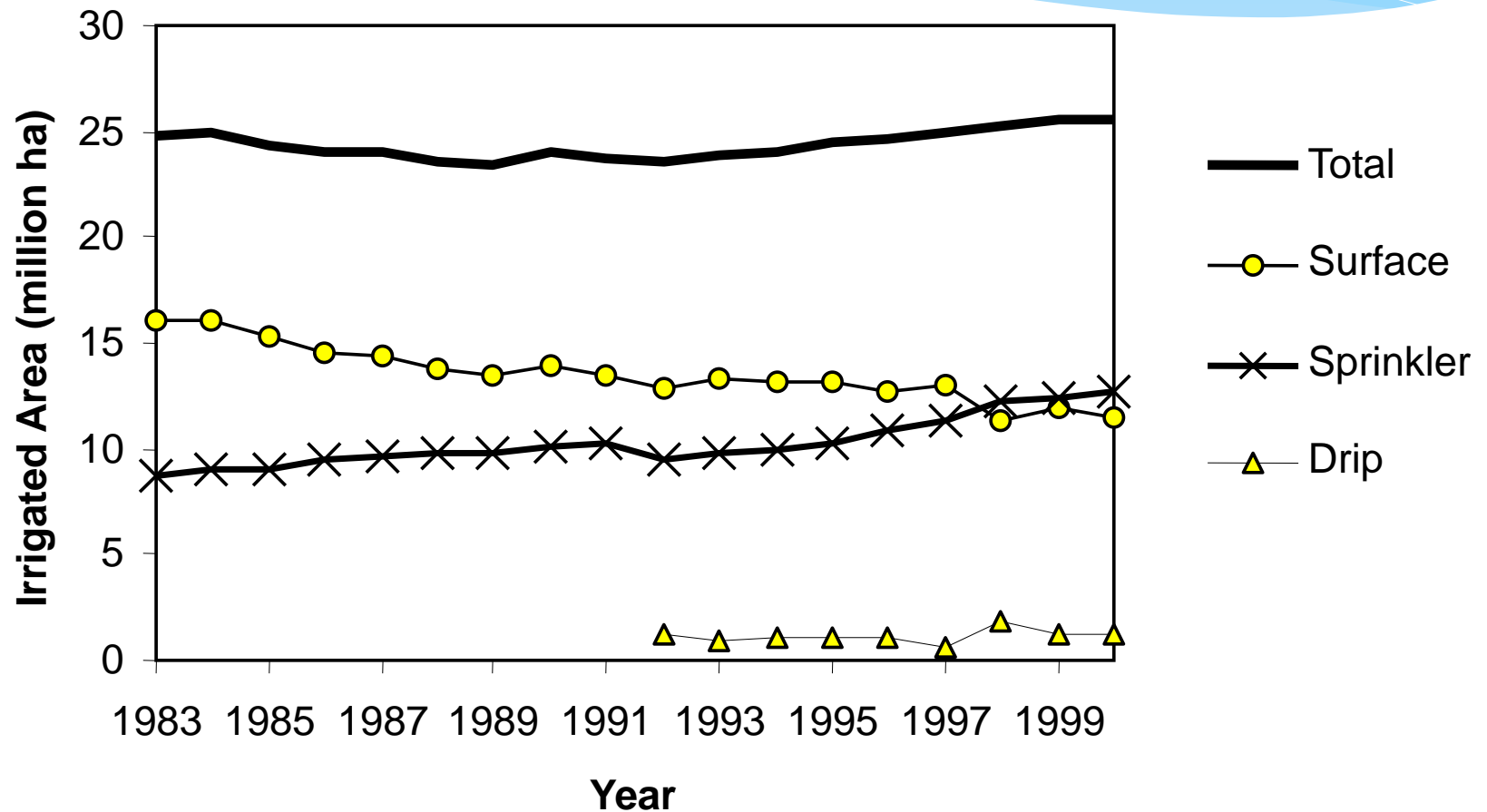
Contenidos

- * Ahorrando agua y energía en en regadío
- * El riego por gravedad... un experto en ahorrar energía
- * Riego (por goteo) deficitario controlado
- * Autoprogramadores del riego por aspersión en cobertura total
- * Riego por aspersión en cobertura/pivots con baja presión
- * Riego por goteo para cultivos extensivos
- * Conclusiones

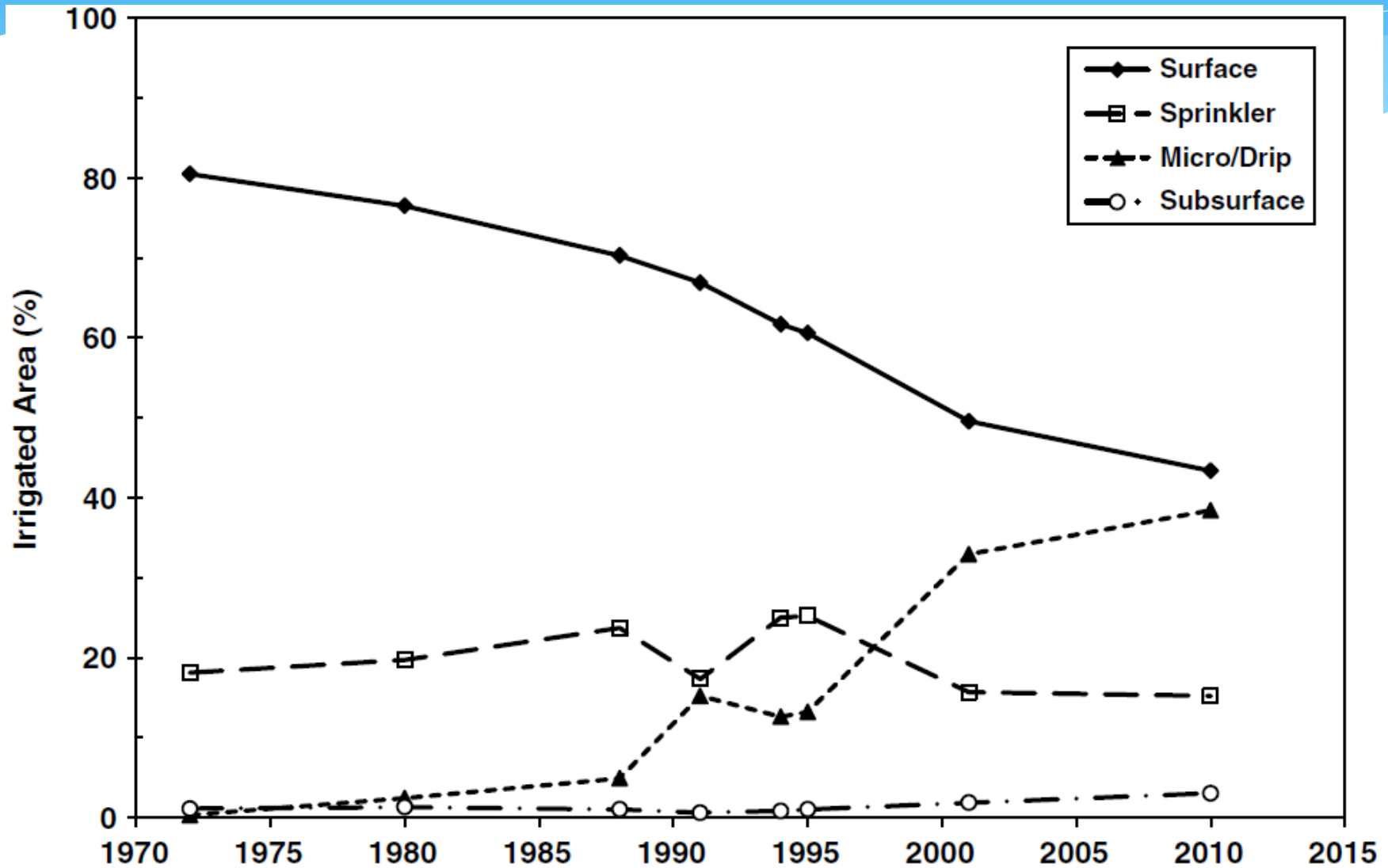
Ahorrando agua y energía en el regadío



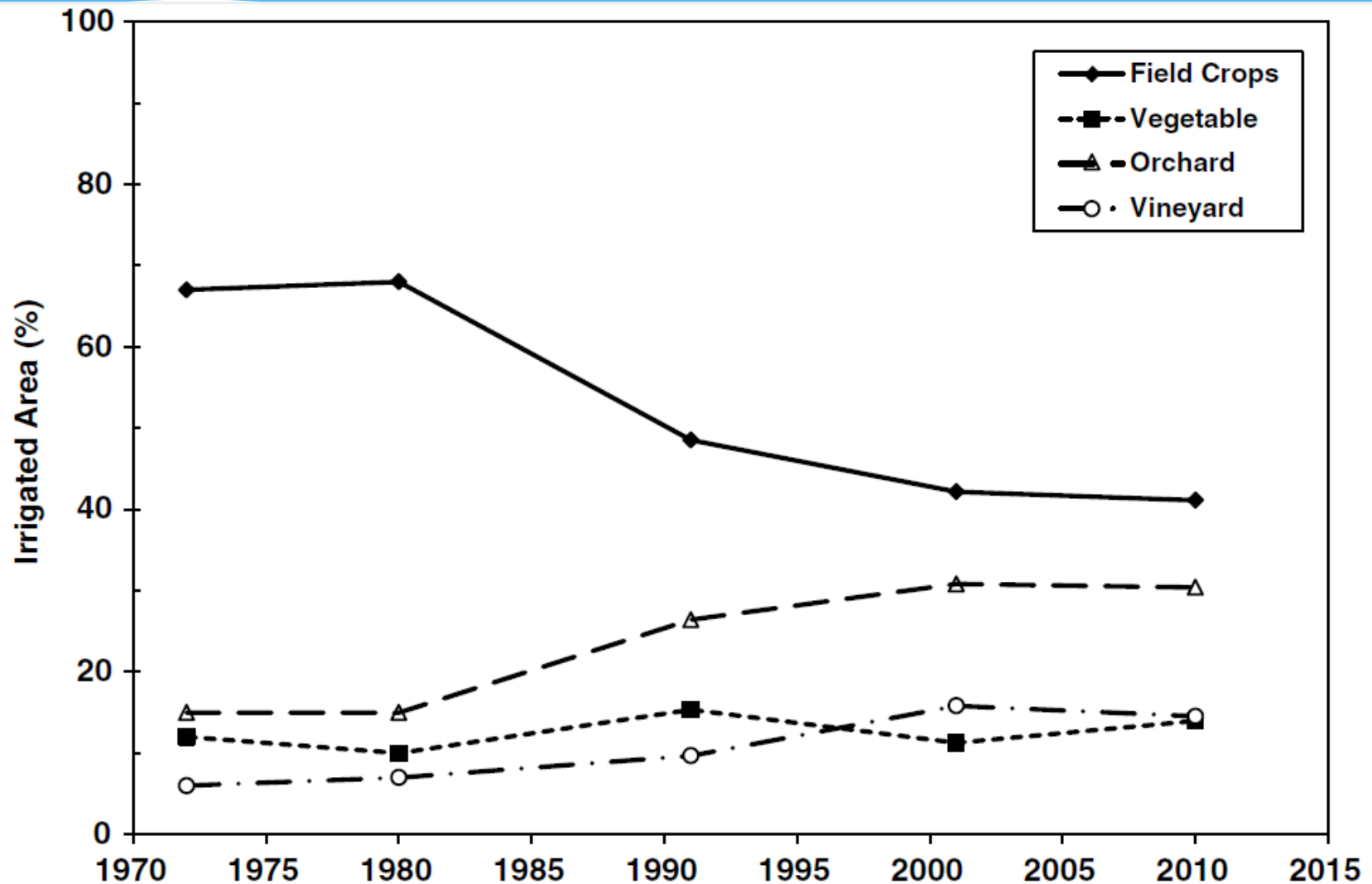
Evolución de sistemas de riego en zonas con escasez: USA



Evolución de los sistemas de riego en California, USA (Tindula et al., 2014)



Evolución de los cultivos en California (Tindula et al., 2014)

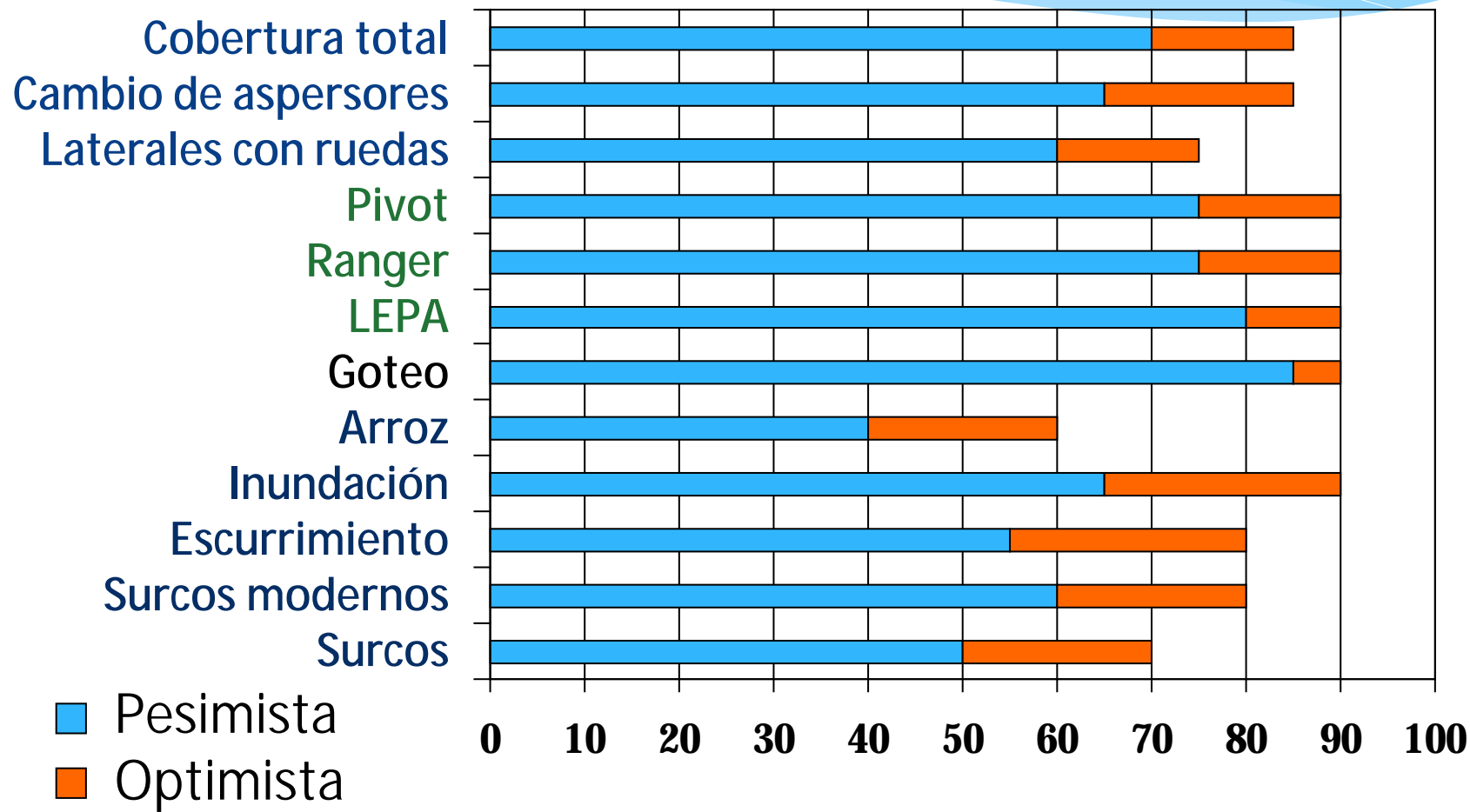


Calidad del riego en California (Hanson et al., 1995)

| Sistema de riego | número ensayos | Uniformidad (%) | Eficiencia (%) |
|----------------------------|----------------|------------------|------------------|
| Aspersión cobertura | 164 | 62 (15) c | 69 (13) ac |
| Pivot / Ranger | 57 | 75 (10) a | 81 (11) ab |
| Aspersores bajo árboles | 28 | 79 (16) ab | 81 (18) ab |
| Gotero permanente | 458 | 73 (15) a | 76 (18) a |
| Cintas de goteo | 23 | 63 (16) c | - |
| Surcos | 157 | 81 (14) b | 66 (14) c |
| Inundación / escurrimiento | 72 | 81 (14) b | 80 (14) ab |

... Mil evaluaciones de riego en parcela

Eficiencia potencial del riego (Clemmens y Dedrick, 1984)



Uso de la energía en el regadío

| Uso de energía | Gravedad | Goteo | Aspersión |
|---------------------|----------|-------|-----------|
| Nivel de parcela | X | X | X |
| Filtrado | | X X | x |
| Tuberías en parcela | | X | X |
| Emisor | | X | X X |

Ahorrar energía y coste de energía

- * Ahorrar energía
 - * Reducir el volumen de agua de riego
 - * Reducir la presión en emisor
 - * Reducir las pérdidas de carga
- * Ahorrar coste de la energía
 - * Reducir el consumo de energía
 - * Reducir el precio de la energía
 - * Usando la energía en periodos baratos
 - * Necesita flexibilidad en la red y en la parcela

El riego por gravedad:
un experto en ahorrar energía

Riego por gravedad

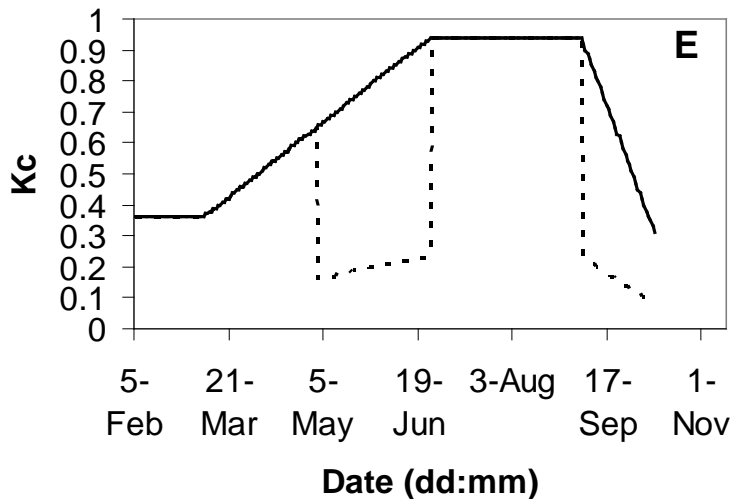
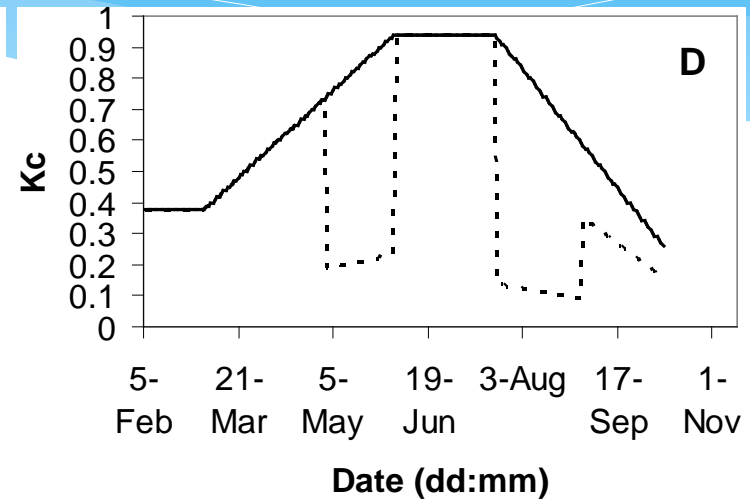
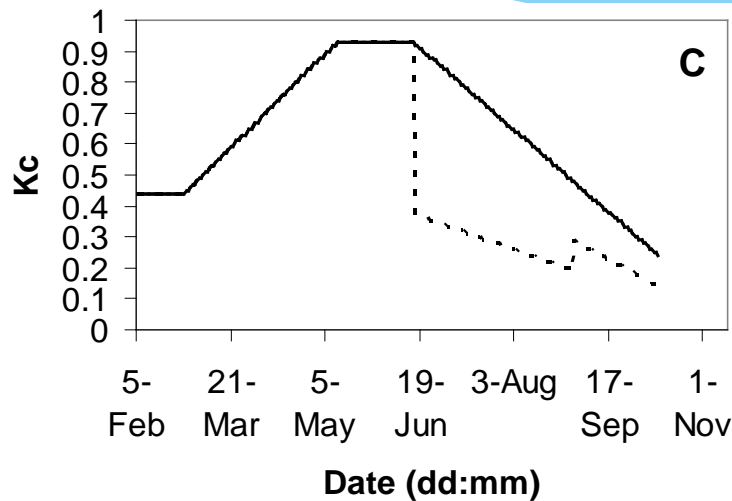
- * No revela todo el potencial productivo de los cultivos
- * Difícil usar fertirriego de forma eficiente
- * Genera más percolación : el agua no se “despilfarra”
- * Suele movilizar más fertilizantes con las aguas de retorno
- * Crítico: nivelación
- * Puede ser una buena idea si no se necesita bombear
- * No tiene aceptación social en países desarrollados...
 - * ¿Quién va a regar?
 - * Incluso hoy en día...
- * Los costes energéticos le pueden hacer rentable frente a otros sistemas de riego

Riego (por goteo) deficitario controlado

Riego deficitario controlado (RDC)

- * Una herramienta para:
 - * Ahorrar agua (y por lo tanto energía)
 - * Controlar el crecimiento del árbol
 - * Controlar los gastos de poda
 - * Estabilizar la producción
 - * Mejorar la calidad de la fruta
- * Se aplica el riego deficitario, aunque no exactamente tal como se ha propuesto
- * $ET_c = K_c * ET_o$
- * Se reduce K_c para aplicar riego deficitario

Reduciendo el coeficiente de cultivo



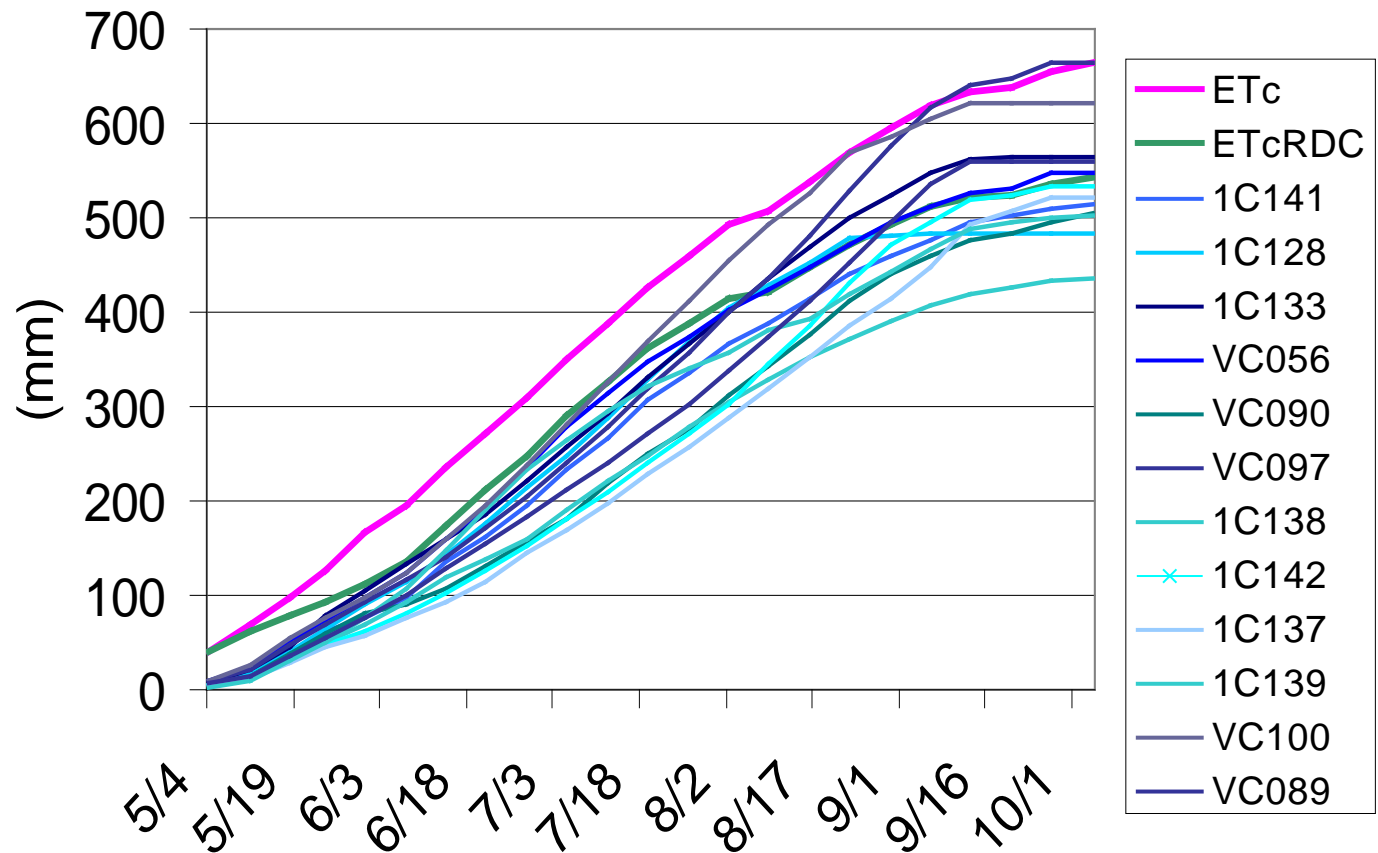
C: Melocotonero Temprano
D. Melocotonero Medio
E: Melocotonero Tardío

El riego en las fincas de melocotonero

- * ¿Cómo planifican los agricultores el riego?
 - * Uso de la red SIAR por los agricultores más técnicos y profesionales
 - * Costumbre, intuición
 - * El riego va unido a la fertilización. Esto hace la programación de frutales más compleja
- * ¿Qué problemas vemos?
 - * Limitado conocimiento sobre el RDC
 - * ¿Cuándo debe aplicarse el riego deficitario?
 - * ¿Qué nivel de déficit se debe de aplicar? (a veces los investigadores tampoco tenemos las respuestas)
 - * Falta de control sobre el sistema de riego y sobre las dosis que se aplican.

El mundo real: los hidrantes de una red

- * 12 hidrantes una red, con melocotonero ciclo medio,
- * Cada hidrante riega un solo sector... buen control del sistema de riego.

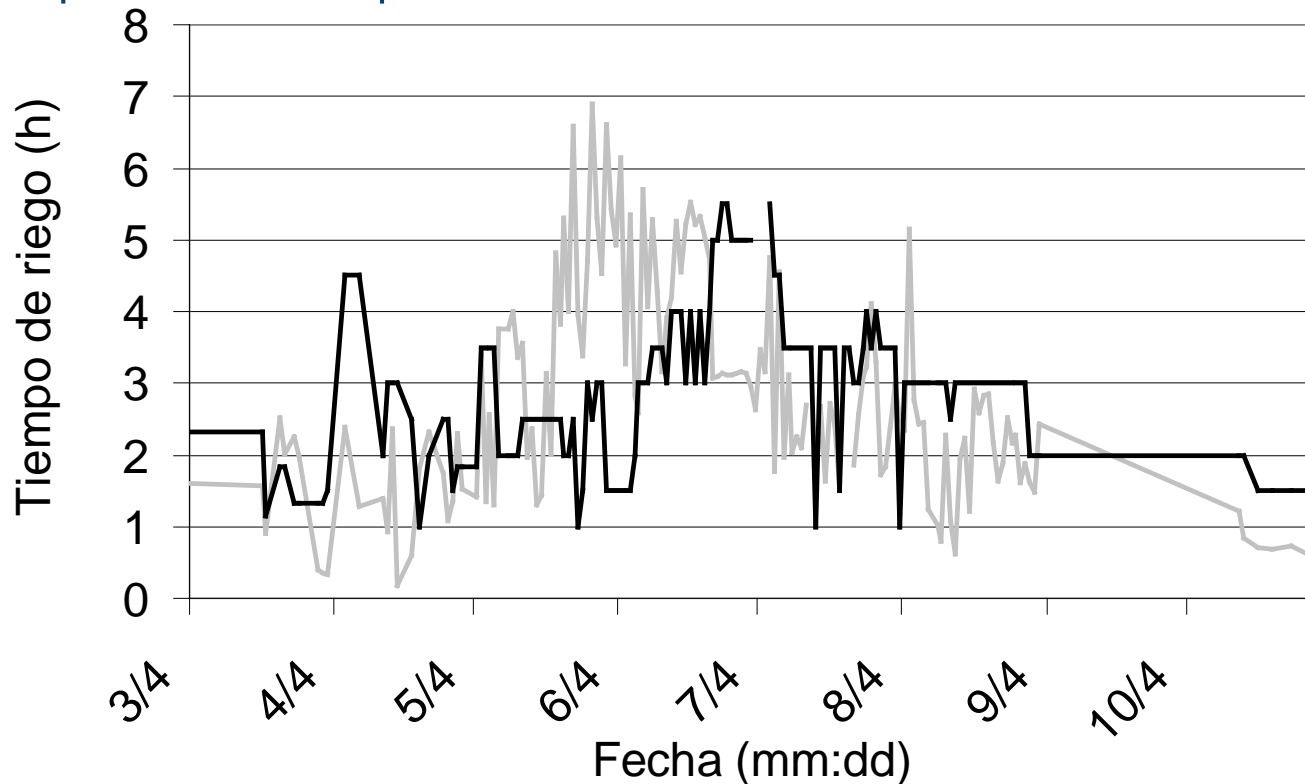


El mundo real: una red colectiva

- * En este sistema, los agricultores tienen buen control sobre las dosis aplicadas.
- * El riego es en general deficitario
- * Los agricultores no coinciden en cuándo y cuánto déficit aplicar.

El mundo real: análisis de un hidrante

No siempre se cumplen los objetivos:
los desfases pueden ser importantes



— Medido con contador

— Programado por el agricultor

El mundo real: riego individual

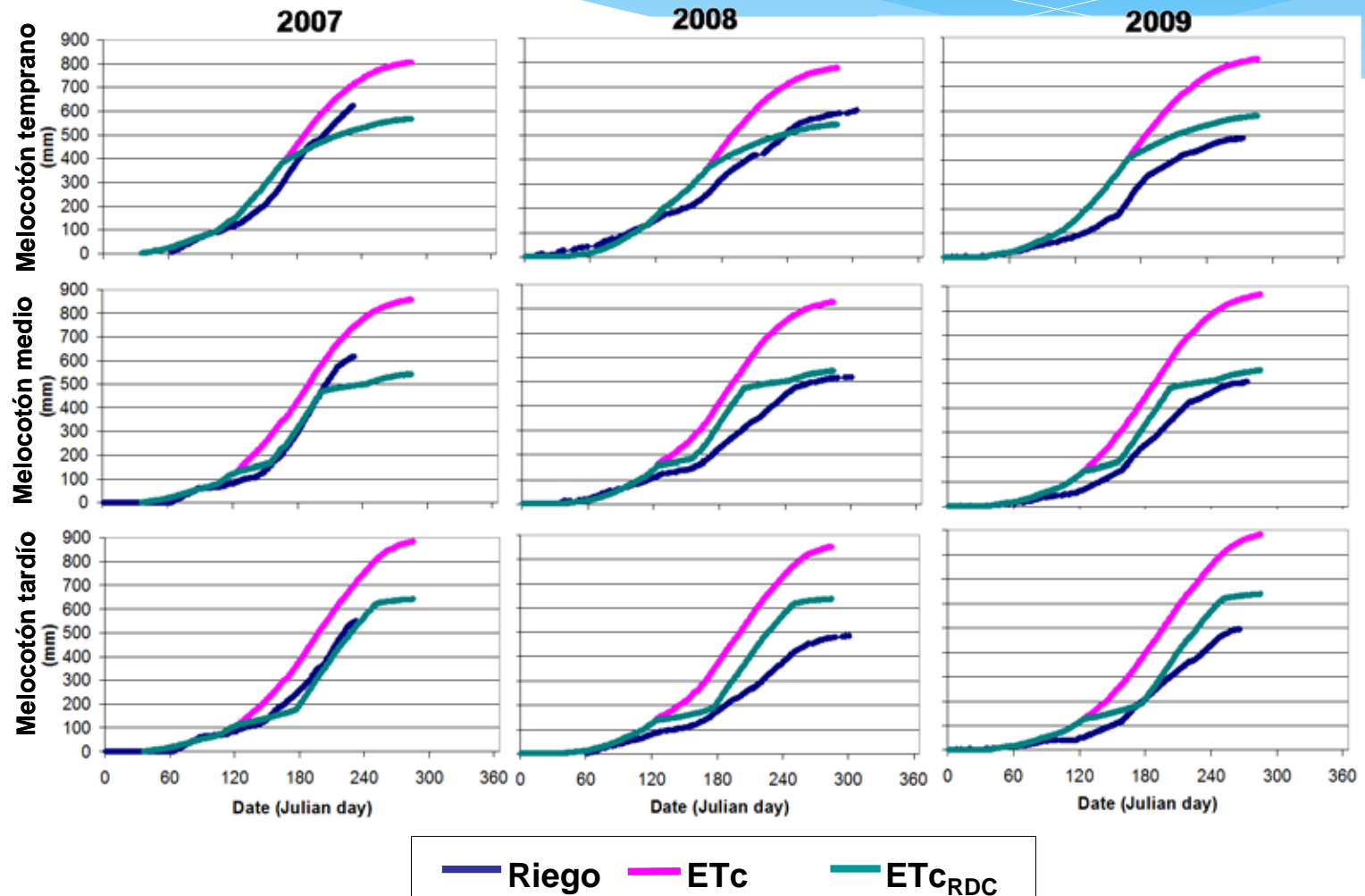
- * Se programan horas, pero no siempre se corresponden las horas de riego programado con las horas en las que se riega de verdad
- * Causas:
 - * Problemas en la red: caídas de presión
 - * Sifonamientos
 - * Problemas en la programación
 - * Ajustes manuales sobre la programación

El mundo real: el sistema de goteo

- * Análisis de un sistema de riego por goteo:
 - * Diez años de antigüedad
 - * Gotero turbulento (baja tecnología para el día de hoy)
 - * Dos ramales por árbol
- * El material envejece muy bien (en general)
- * Con estos sistemas se puede ajustar muy bien el riego

| Uniformidad de Distribución | DU_{Iq} |
|-----------------------------------|-------------|
| C1 | 0.96 |
| C2 | 0.92 |
| C3 | 0.91 |
| C4 | 0.99 |
| C5 | 0.85 |
| C6 | 0.97 |
| C7 | 0.9 |
| C8 | 0.96 |
| C9 | 0.73 |
| C10 | 0.99 |

El mundo real: riego individual



Conclusión

- * Es importante tener una referencia de cómo se debe de regar una plantación
- * Esta referencia debe de ser fácil de interpretar: horas por semana en cada sector
- * El agricultor luego ajustará estas horas en función del estado de cada sector de la finca.
- * Será preciso siempre comprobar que el sistema de riego aplica las horas que se le piden, dando una dosis correcta a cada árbol
- * Una aplicación de estas conclusiones...

Un software para programación automática del riego en frutales

- * Destinado a gestores de fincas
- * Completamente parametrizable
- * Captura datos de la red SIAR de forma no atendida
- * Usa años anteriores para planificar la campaña actual
- * Programa con/sin RDC
- * Gestiona limitaciones de agua cambiantes
- * Hoy:
 - * melocotonero, cuatro ciclos
 - * Cultivos hortícolas de la zona regable de Daimiel
- * Fácil adaptación a otros cultivos

Un software para programación automática del riego en frutales

- * Desarrollado por investigadores de la EEAD-CSIC y el CITA-DGA, en Aula Dei
- * Disponible para descargarlo y usarlo en digital.csic.es
- * <http://digital.csic.es/handle/10261/45608>
- * Pruébalo y dinos qué opinas

Contenidos

Simulación

Herramientas

Ayuda

Localización

Estación

Parcela / Sector

Finca

Cultivo

Origen

Especie

Ciclo

Variedad

Caracterización

Suelo

Carga Fruto

Sistema Riego

Estación
Caspé



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Contenidos **Simulación** Herramientas Ayuda

Opciones

[Tiempo Real](#) [Completar temporada](#) [Histórica](#)

Resultados

[Gestor Simulaciones](#) [Listados](#) [Gráficos](#) [Finalizar Campaña](#)

Estación
Caspé



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Actualizar Estación

Caspe



☐ diaria
☒ histórica

Inicio

2000

Fin

2010



Datos Meteorológicos

[Ver Información disponible](#)

Estación
Caspe



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Gestor Estación

Estación

Cerrar X

Nombre

Provincia

Comunidad autónoma

Zaragoza

Aragón

| Nombre | Provincia | Comunidad |
|------------------------|-----------|-----------|
| Almonacid de la Sierra | Zaragoza | Aragón |
| Belchite | Zaragoza | Aragón |
| Boquiñeni | Zaragoza | Aragón |
| Borja | Zaragoza | Aragón |
| Calatayud | Zaragoza | Aragón |
| Caspe | Zaragoza | Aragón |
| Daroca | Zaragoza | Aragón |
| Ejea de los Caballeros | Zaragoza | Aragón |
| El Bayo | Zaragoza | Aragón |
| Epila | Zaragoza | Aragón |
| Fabara | Zaragoza | Aragón |
| Luna | Zaragoza | Aragón |
| Montañana | Zaragoza | Aragón |
| Osera de Ebro | Zaragoza | Aragón |
| Pastriz | Zaragoza | Aragón |
| Quinto | Zaragoza | Aragón |
| Sádaba | Zaragoza | Aragón |

☐ Mostrar todos

Para seleccionar la Estación, hacer doble clic o Aceptar

Aceptar

Variedad





Cerrar X

Información

Nombre

 Buscar

| | Nombre | Especie | Ciclo |
|---|-------------------------|-----------|---------------|
| | Melocotón extratemprano | Melocotón | Extratemprano |
| ▶ | Melocotón temprano | Melocotón | Temprano |
| | Melocotón medio | Melocotón | Medio |
| | Melocotón tardío | Melocotón | Tardío |

-  Agregar
-  Modificar
-  Eliminar
-  Guardar

☒ Mostrar todos

[Ocultar Detalles <<](#)

Integral Térmica - Grados Día




| | Fase | GradosDia |
|---|-----------------------------|-----------|
| ▶ | Inicio Endurecimiento Hueso | 568.11 |
| | Hueso duro | 670.91 |
| | Cosecha | 1261.53 |
| | Caída hoja | 3547.31 |

-  Agregar
-  Modificar
-  Eliminar
-  Guardar

Grados Día de Referencia del Ciclo seleccionado

Valores de Referencia

| Coef. Cultivo - Kc | | Coef. Reducción Kr_RDC - Kr_RDCm | |
|--------------------|-----------|----------------------------------|---------|
| | KcInicial | KcMediados | KcFinal |
| ▶ | 0.44 | 0.93 | 0.24 |

-  Agregar
-  Modificar
-  Eliminar
-  Guardar





Kc de Referencia del Ciclo seleccionado

Información

Nombre

 **Buscar**

| | Nombre | Especie | Ciclo |
|---|-------------------------|-----------|---------------|
| | Melocotón extratemprano | Melocotón | Extratemprano |
| ▶ | Melocotón temprano | Melocotón | Temprano |
| | Melocotón medio | Melocotón | Medio |
| | Melocotón tardío | Melocotón | Tardío |

-  **Agregar**
-  **Modificar**
-  **Eliminar**
-  **Guardar**

☒ Mostrar todos

[Ocultar Detalles <<](#)

Integral Térmica - Grados Día





| | Fase | GradosDia |
|---|-----------------------------|-----------|
| ▶ | Inicio Endurecimiento Hueso | 568.11 |
| | Hueso duro | 670.91 |
| | Cosecha | 1261.53 |
| | Caída hoja | 3547.31 |

-  **Agregar**
-  **Modificar**
-  **Eliminar**
-  **Guardar**

Grados Día de Referencia del Ciclo seleccionado

Valores de Referencia

| Coef. Cultivo - Kc | | Coef. Reducción Kr_RDC - Kr_RDCm | | | |
|--------------------|-------------|----------------------------------|------|--------|--------|
| | Suelo | CargaFruto | KrFI | KrFIV1 | KrFIV2 |
| ▶ | Profundo | Alta | 1.00 | 0.40 | 0.60 |
| | Profundo | Baja | 1.00 | 0.40 | 0.60 |
| | Superficial | Alta | 1.00 | 0.60 | 0.75 |
| | Superficial | Baja | 1.00 | 0.60 | 0.75 |

-  **Agregar**
-  **Modificar**
-  **Eliminar**
-  **Guardar**

Kr de Riego Deficitario del Ciclo seleccionado

Características del cultivo

Gestor Cultivo Cerrar X

Nombre Buscar

| | Nombre | MarcoPARboles | MarcoPFilas | DiametroCopa | AreaSombreada | (%)AreaSom |
|---|-------------------------|---------------|-------------|--------------|---------------|------------|
| | Melocotón extratemprano | 4.00 | 4.00 | 3.00 | 7.07 | 44.18 |
| ▶ | Melocotón temprano | 3.00 | 4.00 | 3.00 | 7.07 | 58.90 |
| | Melocotón medio | 3.00 | 4.00 | 3.00 | 7.07 | 58.90 |
| | Melocotón tardío | 3.00 | 4.00 | 3.00 | 7.07 | 58.90 |

➕ Agregar
✎ Modificar
🗑 Eliminar
💾 Guardar

☒ Mostrar todos

Formato Fechas Inicio y Floración: dd/mm

Parcela

Estación Caspe

[Cerrar X](#)

Buscar por Nombre de la Parcela

Parcelas

| | Nombre | Superficie (has) |
|---|---------------------|------------------|
| | Parcela Albero Alto | 17.00 |
| | Parcela Albero Bajo | 2.00 |
| ▶ | Parcela Herradura | 15.00 |

☐ Mostrar todos

Agregar



Modificar



Eliminar



Guardar

Sectores de la parcela seleccionada

| | Nombre sector | Superficie (Has) | Suelo | CargaFruto | Eficiencia riego |
|---|-----------------|------------------|-------------|------------|------------------|
| ▶ | Sector temprano | 5.00 | Profundo | Baja | 90.00 |
| | Sector medio | 5.00 | Profundo | Alta | 90.00 |
| | Sector tardío | 5.00 | Superficial | Baja | 90.00 |



Agregar



Modificar



Eliminar



Guardar

[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Opciones

[Tiempo Real](#)
[Completar temporada](#)
[Histórica](#)

Resultados

[Gestor Simulaciones](#)
[Listados](#)
[Gráficos](#)
[Finalizar Campaña](#)

Estación
Caspe



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Simulación Tiempo Real

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hidricas](#)
[Necesidades Hidricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Sectores de la parcela seleccionada

PARCELA

Parcela Herradura



Superficie (Has)

15.00

Datos Medios

Año Inicio 2010

Año Fin 2010

| | Nombre | Superficie(has) | Suelo | CargaFruto | EficienciaRiego | FechaInicio | FechaFloracion | Cultivo | SistemaRiego |
|--|-----------------|-----------------|-------------|------------|-----------------|-------------|----------------|--------------------|--------------|
| | Sector temprano | 5.00 | Profundo | Baja | 90.00 | 05/02 | 28/02 | Melocotón temprano | Goteo |
| | Sector medio | 5.00 | Profundo | Alta | 90.00 | 05/02 | 05/03 | Melocotón medio | Goteo |
| | Sector tardío | 5.00 | Superficial | Baja | 90.00 | 05/02 | 09/03 | Melocotón tardío | Goteo |



Estrategias de riego

Todos

Temperatura Especie (°C)

Base 4 Crítica 36

Corrección

Lluvia Efectiva (%) 75

Kc Referencia

Inicial 0.44
 Medios 0.93
 Final 0.24

Información Cultivo

Marco entre Árboles (m) 3

Marco entre Filas (m) 4

Diámetro Copa (m) 3

Área sombreada (m2) 7.07

% Área sombreada 58.9

Coef. Reducción (Kr) 1

Grados Día Referencia (°C)

| | NombreFases | GradosDia |
|--|-----------------------------|-----------|
| | Inicio Endurecimiento Hueso | 568.11 |
| | Hueso duro | 670.91 |
| | Cosecha | 1261.53 |
| | Caída hoja | 3547.31 |

Restricción Inicial

Fecha Inicio 01/01

Fecha Fin 31/12


Volumen (m3)


☐ Actualizar Restricción

Fecha Inicio 01/01

Fecha Fin 31/12

Volumen (m3)

 Simular

 Guardar

* Históricos disponibles: 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010

[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Opciones

[Tiempo Real](#)
[Completar temporada](#)
[Histórica](#)

Resultados

[Gestor Simulaciones](#)
[Listados](#)
[Gráficos](#)
[Finalizar Campaña](#)

Estación
Caspe



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Simulación Tiempo Real

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hidricas](#)
[Necesidades Hidricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Cálculo Kc mediante Integral Térmica

| | Fecha | Et0 (mm) | Precip (mm) | Temp (°C) | IntegralT (°C) | Kc | Kc_RDC | Kc_RDCm | kc_rest | Etc (mm) | Etc_RDC (mm) | Etc_RDCm (mm) | NHn (mm) | NHn_RDC (mm) |
|---|------------|-------------|----------------|--------------|-------------------|------|--------|---------|---------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-----------------|
| | 25/02/2011 | 2.51 | 0.00 | 12.00 | 0 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| | 26/02/2011 | 4.10 | 0.00 | 13.85 | 0 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| | 27/02/2011 | 4.51 | 0.00 | 10.26 | 0 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0 | 1.98 | 1.98 | 1.98 | 1.98 | 1.98 |
| | 28/02/2011 | 3.48 | 0.00 | 7.96 | 0 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0 | 1.53 | 1.53 | 1.53 | 1.53 | 1.53 |
| ▶ | 01/03/2011 | 3.05 | 0.00 | 6.96 | 2.96 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0 | 1.36 | 1.36 | 1.36 | 1.36 | 1.36 |
| | 02/03/2011 | 2.84 | 0.00 | 7.74 | 6.7 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0 | 1.29 | 1.29 | 1.29 | 1.29 | 1.29 |
| | 03/03/2011 | 1.78 | 5.20 | 5.52 | 8.22 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0 | 0 |
| | 04/03/2011 | 1.01 | 6.60 | 6.33 | 10.55 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0 | 0 |
| | 05/03/2011 | 1.78 | 0.00 | 8.14 | 14.69 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 |
| | 06/03/2011 | 2.14 | 0.00 | 7.86 | 18.55 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 |
| | 07/03/2011 | 3.07 | 0.00 | 9.18 | 23.73 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0 | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 1.49 |
| | 08/03/2011 | 2.20 | 0.00 | 9.62 | 29.35 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 |
| | 09/03/2011 | 2.02 | 0.00 | 9.57 | 34.92 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| | 10/03/2011 | 2.48 | 0.00 | 9.58 | 40.5 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0 | 1.26 | 1.26 | 1.26 | 1.26 | 1.26 |
| | 11/03/2011 | 3.10 | 1.40 | 9.20 | 45.7 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0 | 1.59 | 1.59 | 1.59 | 0.54 | 0.54 |
| | 12/03/2011 | 0.88 | 22.00 | 9.80 | 51.5 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0 | 0 |
| | 13/03/2011 | 2.74 | 0.20 | 11.85 | 59.35 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0 | 1.44 | 1.44 | 1.44 | 1.29 | 1.29 |

Total Filas: 88

Fechas de cambio de Fase

[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Opciones

[Tiempo Real](#)
[Completar temporada](#)
[Histórica](#)

Resultados

[Gestor Simulaciones](#)
[Listados](#)
[Gráficos](#)
[Finalizar Campaña](#)

Estación
Caspé



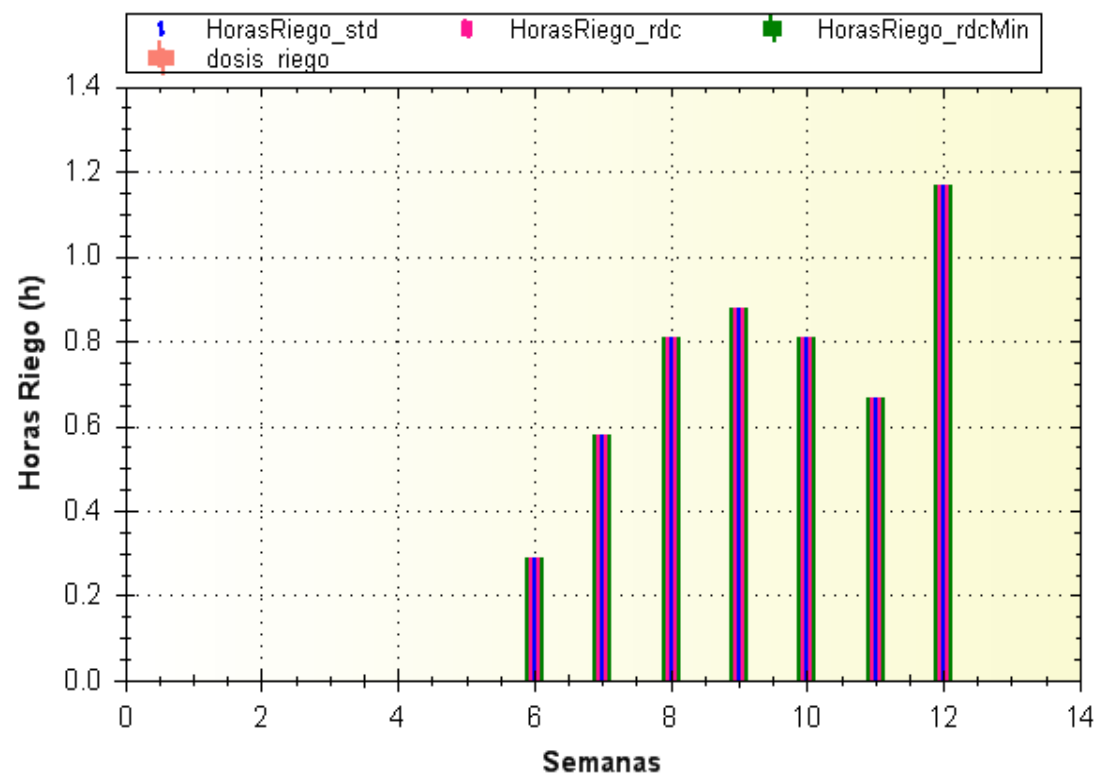
Simulación Tiempo Real

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hidricas](#)
[Necesidades Hidricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Duración Semanal del Riego

Grafica Horas Riego Semanales



| | Semana | horas Std | horas RDC | horas RDCMin |
|--|--------|-----------|-----------|--------------|
| | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| | 7 | 0.58 | 0.58 | 0.58 |
| | 8 | 0.81 | 0.81 | 0.81 |
| | 9 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| | 10 | 0.81 | 0.81 | 0.81 |
| | 11 | 0.67 | 0.67 | 0.67 |
| | 12 | 1.17 | 1.17 | 1.17 |



[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Opciones

[Tiempo Real](#)
[Completar temporada](#)
[Histórica](#)

Resultados

[Gestor Simulaciones](#)
[Listados](#)
[Gráficos](#)
[Finalizar Campaña](#)

Estación
Caspé



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



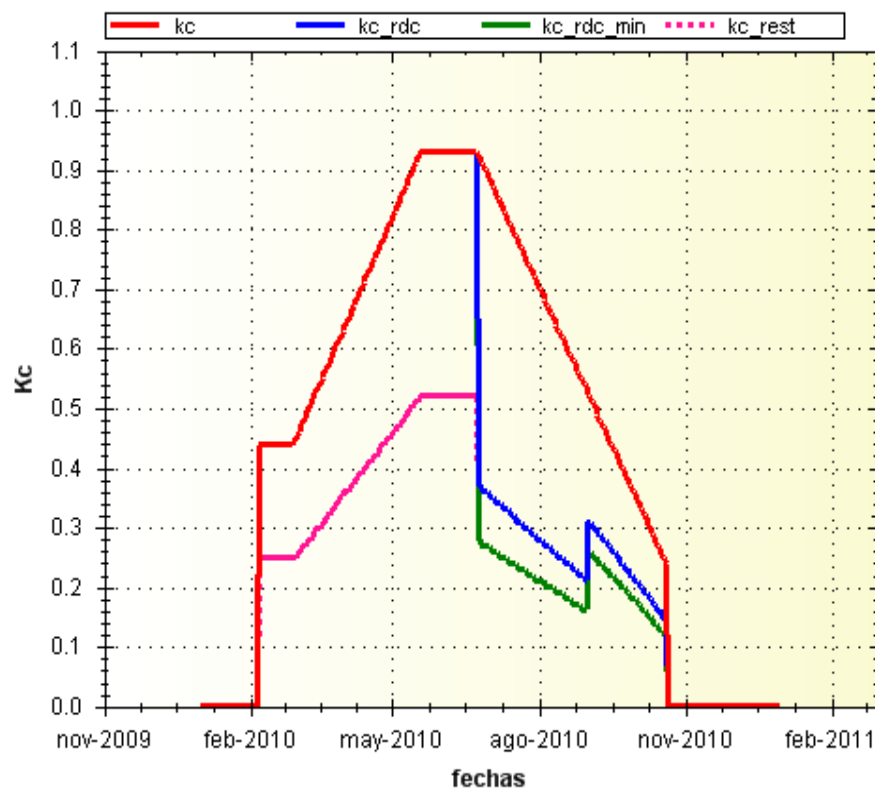
Simulación Histórica

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hídricas](#)
[Necesidades Hídricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Fases y Fechas Obtenidas

Grafica Kc



| | Nombre | Fecha |
|---|-----------------------------|------------|
| ► | Inicio Endurecimiento Hueso | 09/05/2010 |
| | Hueso duro | 19/05/2010 |
| | Cosecha | 23/06/2010 |
| | Caída hoja | 20/10/2010 |
| | Postcosecha F | 01/09/2010 |
| * | | |

[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Opciones

[Tiempo Real](#)
[Completar temporada](#)
[Histórica](#)

Resultados

[Gestor Simulaciones](#)
[Listados](#)
[Gráficos](#)
[Finalizar Campaña](#)

Estación
Caspe



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

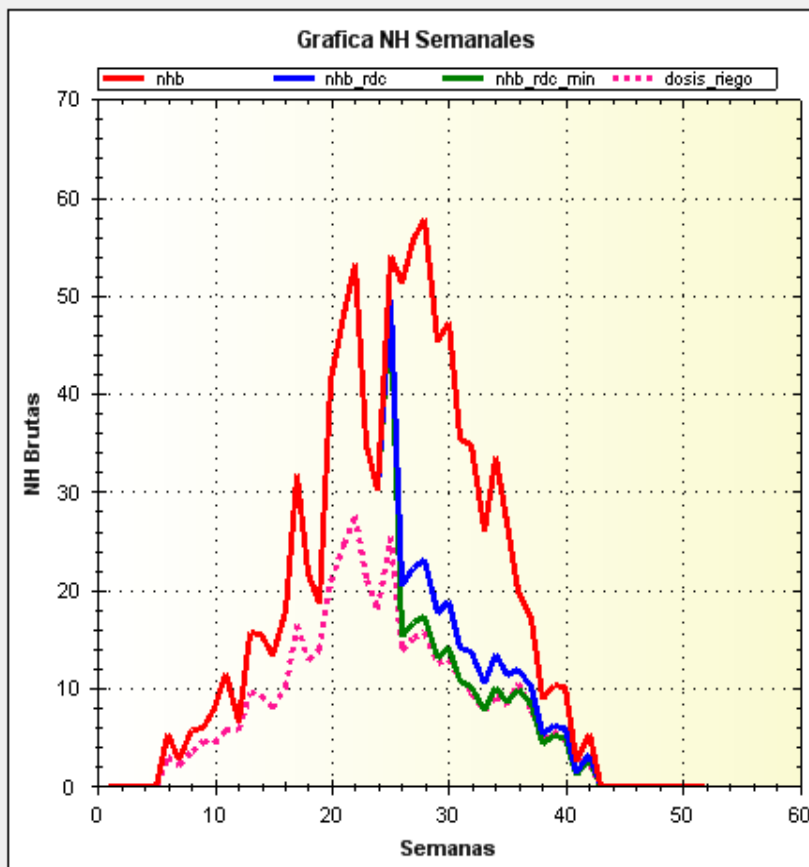


Simulación Histórica

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hidricas](#)
[Necesidades Hidricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Necesidades Hidricas Semanales



| Semana | NHn (mm) | NHn_RDC (mm) | NHn_RDCm (mm) | NHb (mm) | NHb_RDC (mm) | NHb_F (mm) |
|--------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-----------------|---------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 4.73 | 4.73 | 4.73 | 5.27 | 5.27 | 5.27 |
| 7 | 2.56 | 2.56 | 2.56 | 2.84 | 2.84 | 2.84 |
| 8 | 5.16 | 5.16 | 5.16 | 5.73 | 5.73 | 5.73 |
| 9 | 5.29 | 5.29 | 5.29 | 5.88 | 5.88 | 5.88 |
| 10 | 7.15 | 7.15 | 7.15 | 7.93 | 7.93 | 7.93 |
| 11 | 10.27 | 10.27 | 10.27 | 11.43 | 11.43 | 11.43 |
| 12 | 5.83 | 5.83 | 5.83 | 6.47 | 6.47 | 6.47 |
| 13 | 14.15 | 14.15 | 14.15 | 15.72 | 15.72 | 15.72 |
| 14 | 13.89 | 13.89 | 13.89 | 15.43 | 15.43 | 15.43 |
| 15 | 11.95 | 11.95 | 11.95 | 13.28 | 13.28 | 13.28 |
| 16 | 16.13 | 16.13 | 16.13 | 17.92 | 17.92 | 17.92 |
| 17 | 28.66 | 28.66 | 28.66 | 31.85 | 31.85 | 31.85 |
| 18 | 19.57 | 19.57 | 19.57 | 21.73 | 21.73 | 21.73 |

[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Opciones

[Tiempo Real](#)
[Completar temporada](#)
[Histórica](#)

Resultados

[Gestor Simulaciones](#)
[Listados](#)
[Gráficos](#)
[Finalizar Campaña](#)

Estación
Caspe



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



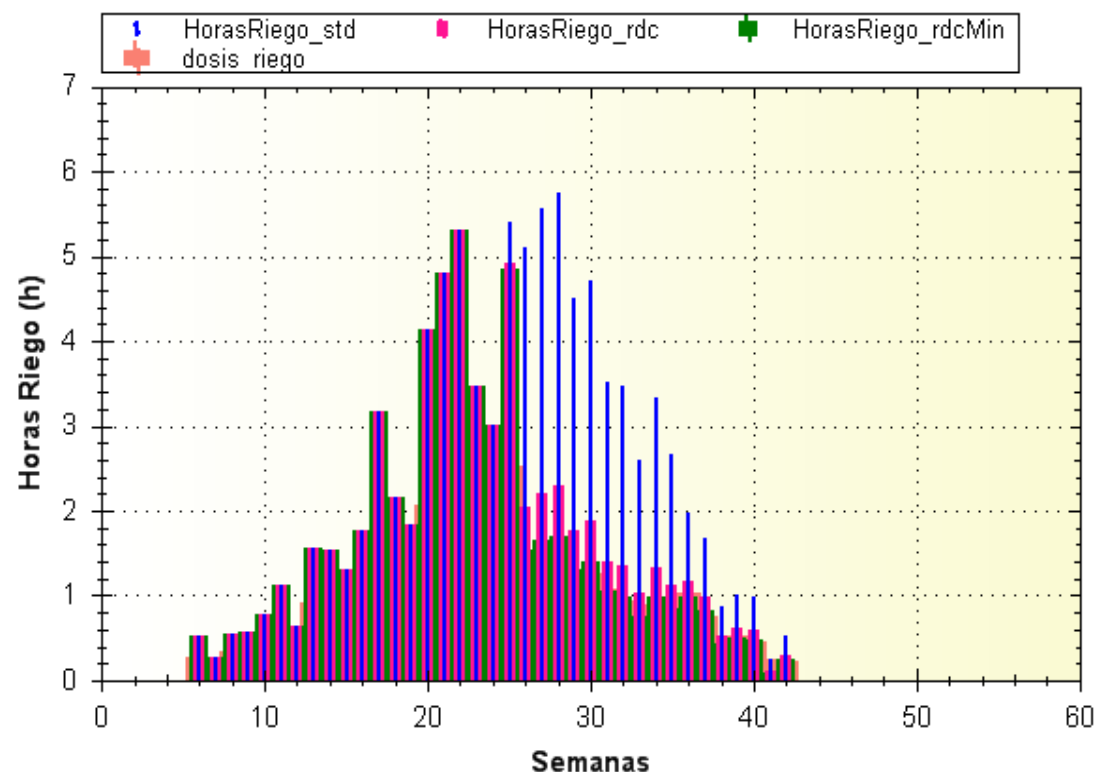
Simulación Histórica

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hidricas](#)
[Necesidades Hidricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Duración Semanal del Riego

Grafica Horas Riego Semanales



| | Semana | horas Std | horas RDC | horas RDCMin | horas dosisRiego |
|---|--------|-----------|-----------|--------------|------------------|
| ▶ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 6 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.29 |
| | 7 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.22 |
| | 8 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.36 |
| | 9 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.45 |
| | 10 | 0.79 | 0.79 | 0.79 | 0.44 |
| | 11 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 0.57 |
| | 12 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.56 |
| | 13 | 1.57 | 1.57 | 1.57 | 0.94 |
| | 14 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 0.93 |
| | 15 | 1.33 | 1.33 | 1.33 | 0.78 |
| | 16 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.02 |
| | 17 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 1.64 |
| | 18 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 1.29 |
| | 19 | 1.96 | 1.96 | 1.96 | 1.29 |

[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Localización

[Estación](#)
[Parcela / Sector](#)

Finca

[Cultivo](#)

Origen

[Especie](#)
[Ciclo](#)
[Variedad](#)

Caracterización

[Suelo](#)
[Carga Fruto](#)
[Sistema Riego](#)

Estación
Caspe



Simulación Completar Temporada

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hidricas](#)
[Necesidades Hidricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Sectores de la parcela seleccionada

PARCELA

Parcela Herradura



Superficie (Has)

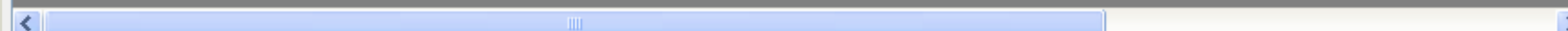
15.00

Datos Medios

Año Inicio 2010

Año Fin 2010

| | Nombre | Superficie(has) | Suelo | CargaFruto | EficienciaRiego | FechaInicio | FechaFloracion | Cultivo | SistemaRiego |
|---|-----------------|-----------------|-------------|------------|-----------------|-------------|----------------|--------------------|--------------|
| | Sector temprano | 5.00 | Profundo | Baja | 90.00 | 05/02 | 28/02 | Melocotón temprano | Goteo |
| ▶ | Sector medio | 5.00 | Profundo | Alta | 90.00 | 05/02 | 05/03 | Melocotón medio | Goteo |
| | Sector tardío | 5.00 | Superficial | Baja | 90.00 | 05/02 | 09/03 | Melocotón tardío | Goteo |



Estrategias de riego

Todos ▼

Temperatura Especie (°C)

Base 4 Crítica 36

Corrección

Lluvia Efectiva (%) 75

Kc Referencia

Inicial 0.38 Medios 0.94 Final 0.26

Información Cultivo

Marco entre Árboles (m) 3

Marco entre Filas (m) 4

Diámetro Copa (m) 3

Área sombreada (m2) 7.07

% Área sombreada 58.9

Coef. Reducción (Kr) 1

Grados Día Referencia (°C)

| | NombreFases | GradosDia |
|---|-----------------------------|-----------|
| | Inicio Endurecimiento Hueso | 531.41 |
| | Hueso duro | 1004.11 |
| | Cosecha | 1979.36 |
| ▶ | Caída hoja | 3510.61 |

Restricción Inicial

Fecha Inicio 01/01

Fecha Fin 31/12

Volumen (m3) 4000

☐ Actualizar Restricción

Fecha Inicio 01/01

Fecha Fin 31/12

Volumen (m3)

Simular

Guardar

* Históricos disponibles: 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010

[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Localización

[Estación](#)
[Parcela / Sector](#)

Finca

[Cultivo](#)

Origen

[Especie](#)
[Ciclo](#)
[Variedad](#)

Caracterización

[Suelo](#)
[Carga Fruto](#)
[Sistema Riego](#)

Estación
Caspe



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Simulación Completar Temporada

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hidricas](#)
[Necesidades Hidricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Cálculo Kc mediante Integral Térmica

| | Fecha | Et0 (mm) | Precip (mm) | Temp (°C) | IntegralT (°C) | Kc | Kc_RDC | Kc_RDCm | kc_rest | Etc (mm) | Etc_RDC (mm) | Etc_RDCm (mm) | NHn (mm) | NHn_RDC (mm) |
|--|------------|-------------|----------------|--------------|-------------------|------|--------|---------|---------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-----------------|
| | 21/03/2011 | 2.92 | 0.00 | 10.54 | 104.69 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.36 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.39 |
| | 22/03/2011 | 1.93 | 6.60 | 9.56 | 110.25 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.36 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0 | 0 |
| | 23/03/2011 | 3.19 | 0.00 | 10.11 | 116.36 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.37 | 1.56 | 1.56 | 1.56 | 1.56 | 1.56 |
| | 24/03/2011 | 2.33 | 0.00 | 10.71 | 123.07 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.37 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| | 25/03/2011 | 3.13 | 0.40 | 13.31 | 132.38 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.38 | 1.57 | 1.57 | 1.57 | 1.27 | 1.27 |
| | 26/03/2011 | 3.02 | 0.40 | 13.80 | 142.18 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.39 | 1.53 | 1.53 | 1.53 | 1.23 | 1.23 |
| | 27/03/2011 | 3.61 | 2.60 | 13.63 | 151.81 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.39 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 0 | 0 |
| | 28/03/2011 | 3.44 | 0.00 | 12.81 | 160.62 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0.4 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 |
| | 29/03/2011 | 3.88 | 0.00 | 14.22 | 170.84 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0.4 | 2.04 | 2.04 | 2.04 | 2.04 | 2.04 |
| | 30/03 | 4.18 | 1.20 | 12.62 | 179.46 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.4 | 2.22 | 2.22 | 2.22 | 1.32 | 1.32 |
| | 31/03 | 3.98 | 2.40 | 12.05 | 187.51 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.41 | 2.14 | 2.14 | 2.14 | 0 | 0 |
| | 01/04 | 3.56 | 0.00 | 9.79 | 193.3 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.41 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 | 1.93 |
| | 02/04 | 3.69 | 0.00 | 11.25 | 200.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.42 | 2.02 | 2.02 | 2.02 | 2.02 | 2.02 |
| | 03/04 | 2.76 | 4.60 | 11.42 | 207.97 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.42 | 1.53 | 1.53 | 1.53 | 0 | 0 |
| | 04/04 | 3.92 | 0.00 | 10.69 | 214.66 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.43 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| | 05/04 | 3.85 | 0.00 | 10.89 | 221.55 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.43 | 2.18 | 2.18 | 2.18 | 2.18 | 2.18 |
| | 06/04 | 5.08 | 0.00 | 13.60 | 231.15 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.43 | 2.91 | 2.91 | 2.91 | 2.91 | 2.91 |

Total Filas: 365

Fechas de cambio de Fase

[Contenidos](#)
[Simulación](#)
[Herramientas](#)
[Ayuda](#)

Localización

[Estación](#)
[Parcela / Sector](#)

Finca

[Cultivo](#)

Origen

[Especie](#)
[Ciclo](#)
[Variedad](#)

Caracterización

[Suelo](#)
[Carga Fruto](#)
[Sistema Riego](#)

Estación
Caspe



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



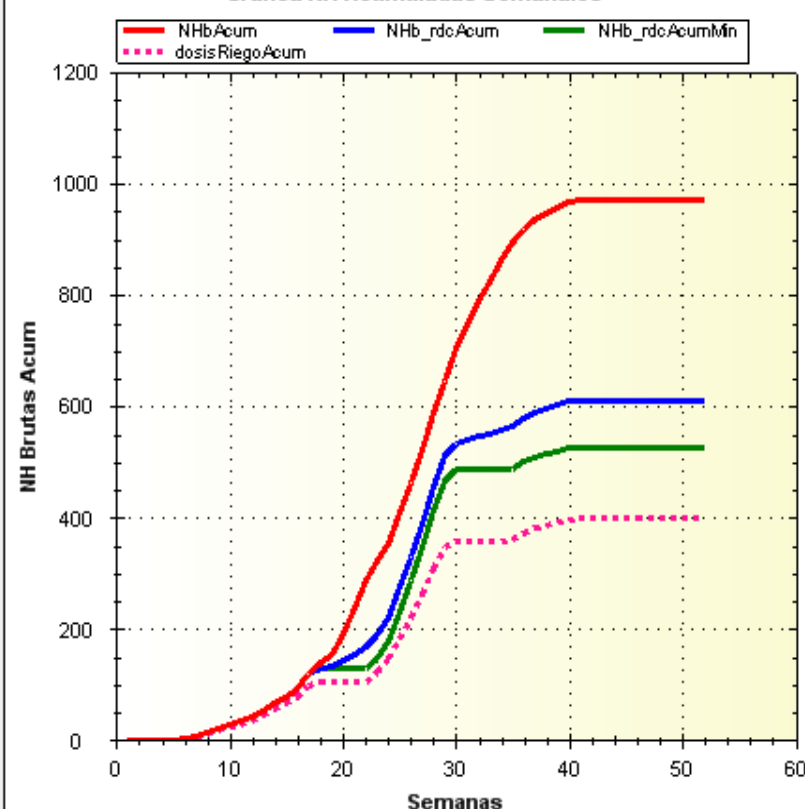
Simulación Completar Temporada

[Parámetros](#)
[Resultados](#)
[Duración Fases](#)
[Necesidades Hídricas](#)
[Necesidades Hídricas Acumuladas](#)
[Horas Riego](#)

[Cerrar X](#)

Necesidades Hídricas Acumuladas

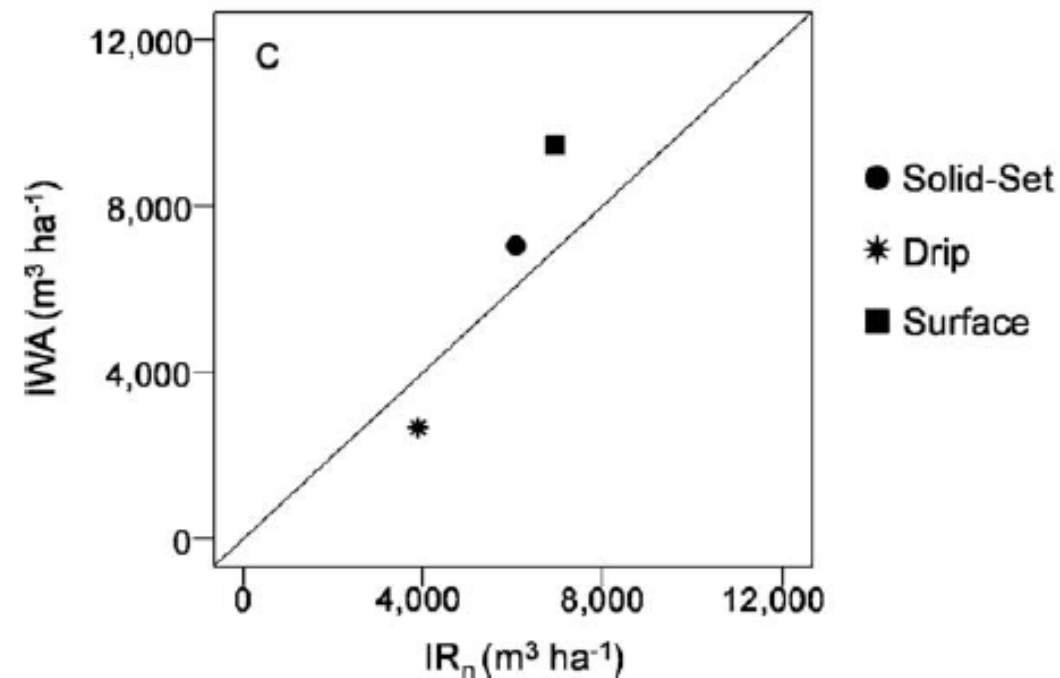
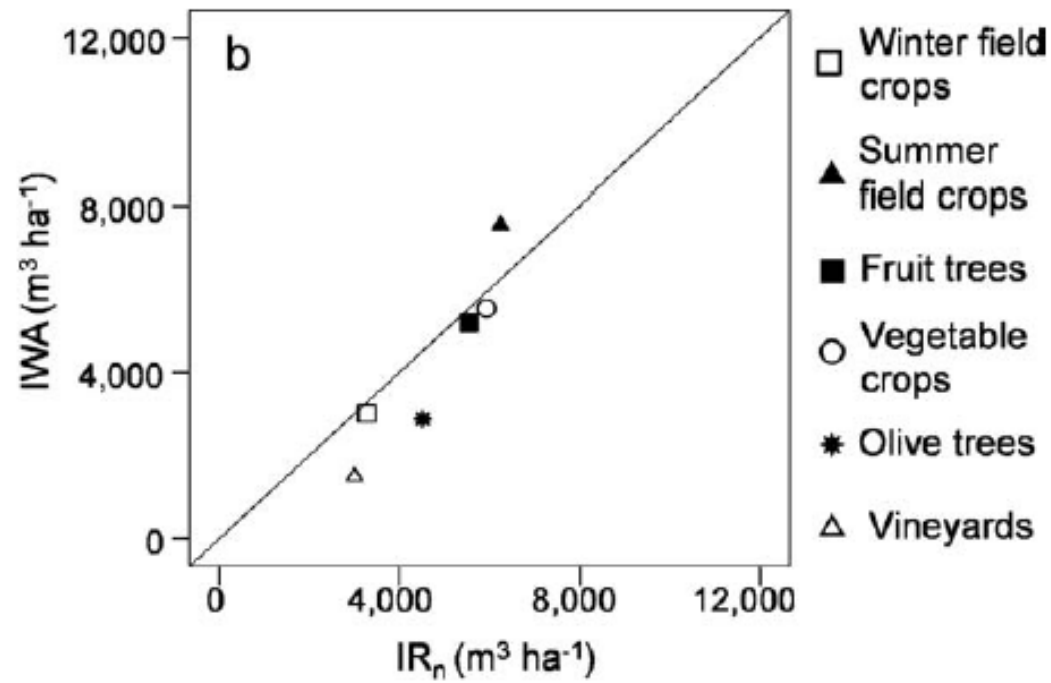
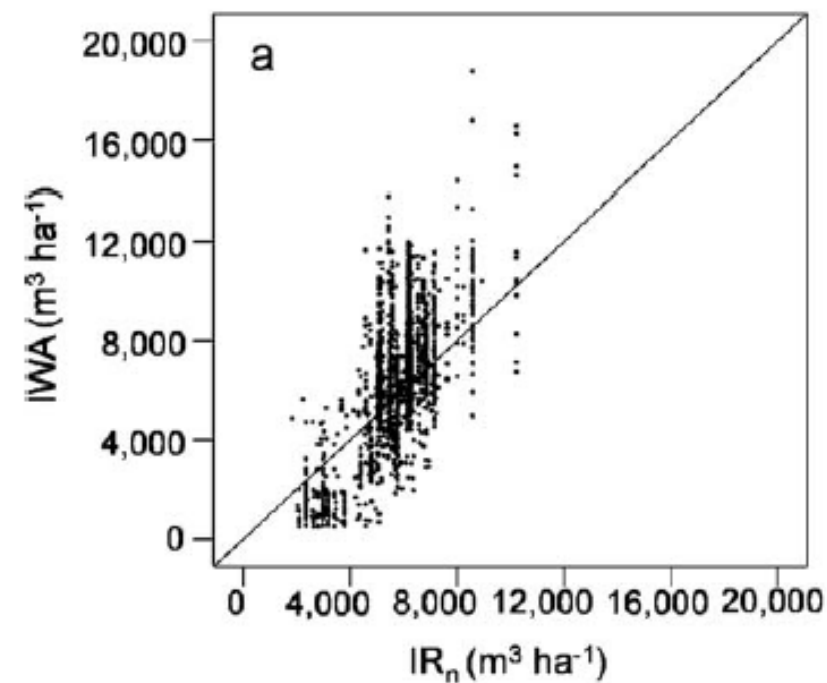
Grafica NH Acumuladas Semanales



| Semana | NHbCum (mm) | NHb_RDCcum (mm) | NHb_RDCcum_m (mm) | dosisRiegoAcum (mm) | N (r) |
|--------|-------------|-----------------|-------------------|---------------------|-------|
| 37 | 936.35 | 589.88 | 508.99 | 381 | 93 |
| 38 | 946.27 | 595.77 | 513.87 | 386.7 | 94 |
| 39 | 957.32 | 602.39 | 519.4 | 392.53 | 95 |
| 40 | 967.78 | 608.53 | 524.46 | 397.37 | 96 |
| 41 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 42 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 43 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 44 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 45 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 46 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 47 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 48 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 49 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 50 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 51 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |
| 52 | 970.29 | 609.79 | 525.51 | 399.98 | 97 |

*

Autoprogramadores del riego por aspersión en cobertura total

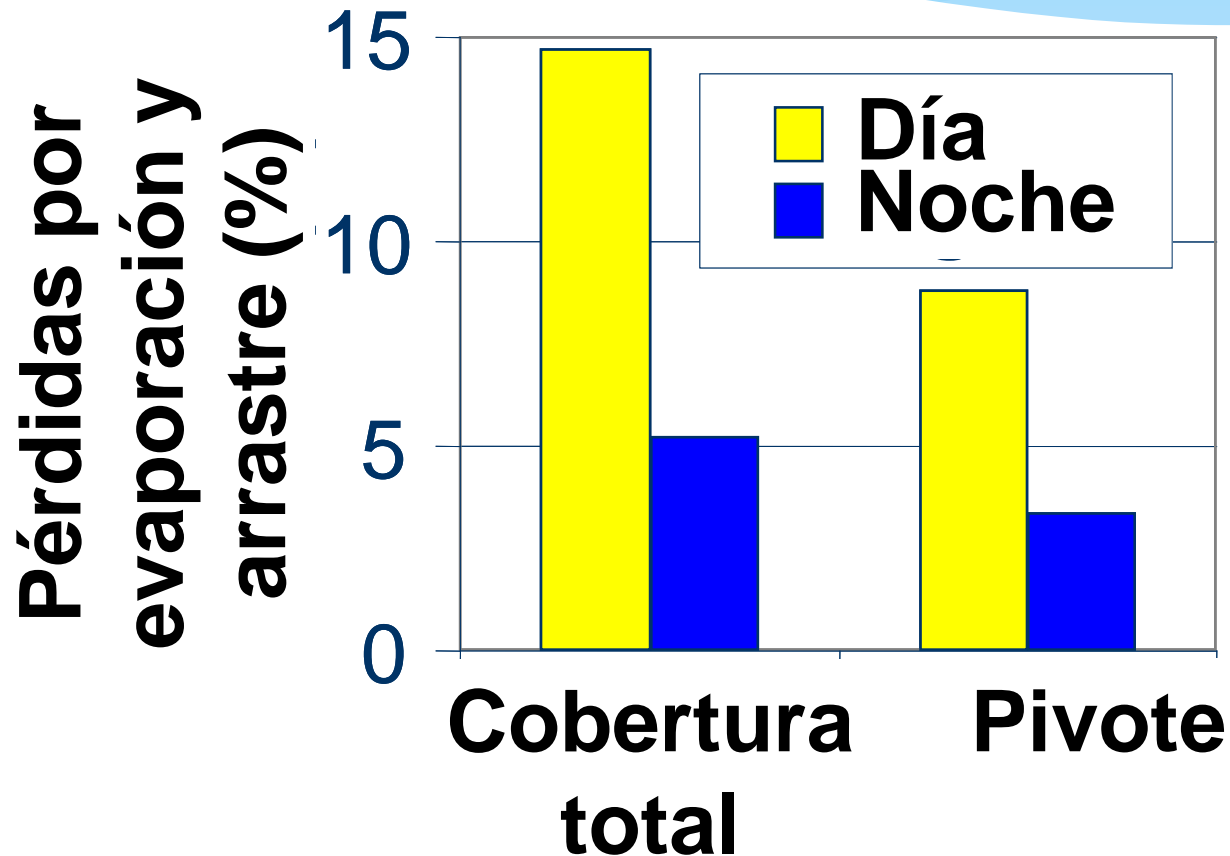


(Salvador et al, 2011)



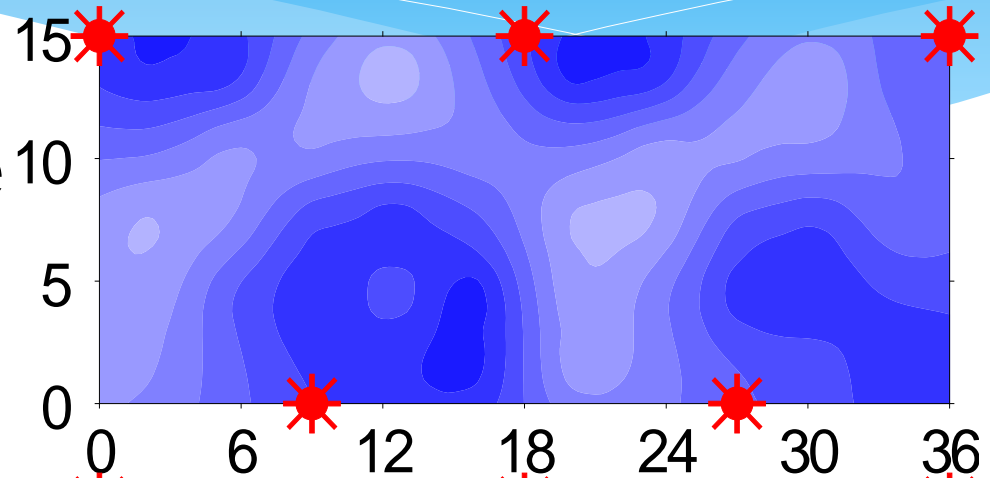


Pérdidas de evaporación y arrastre

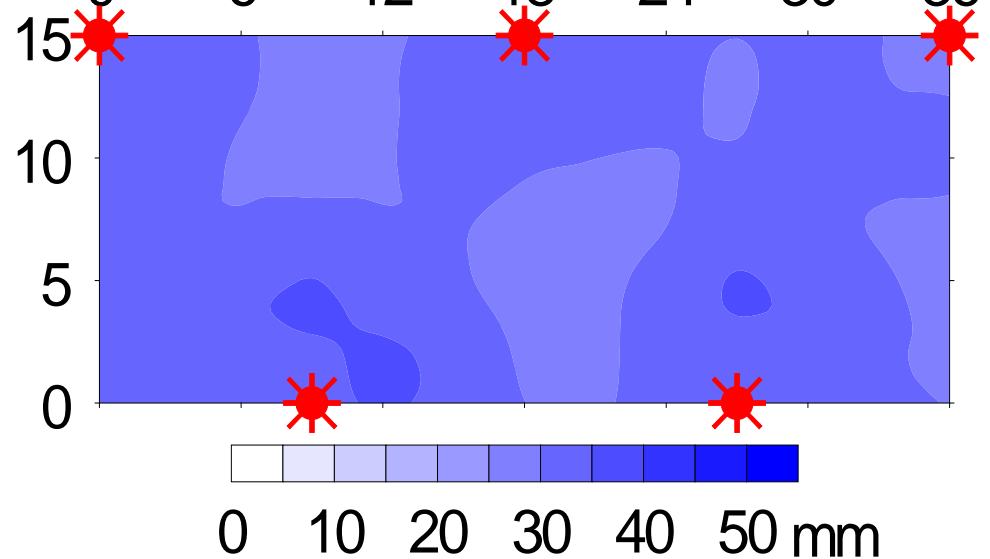


Efecto del viento sobre la uniformidad

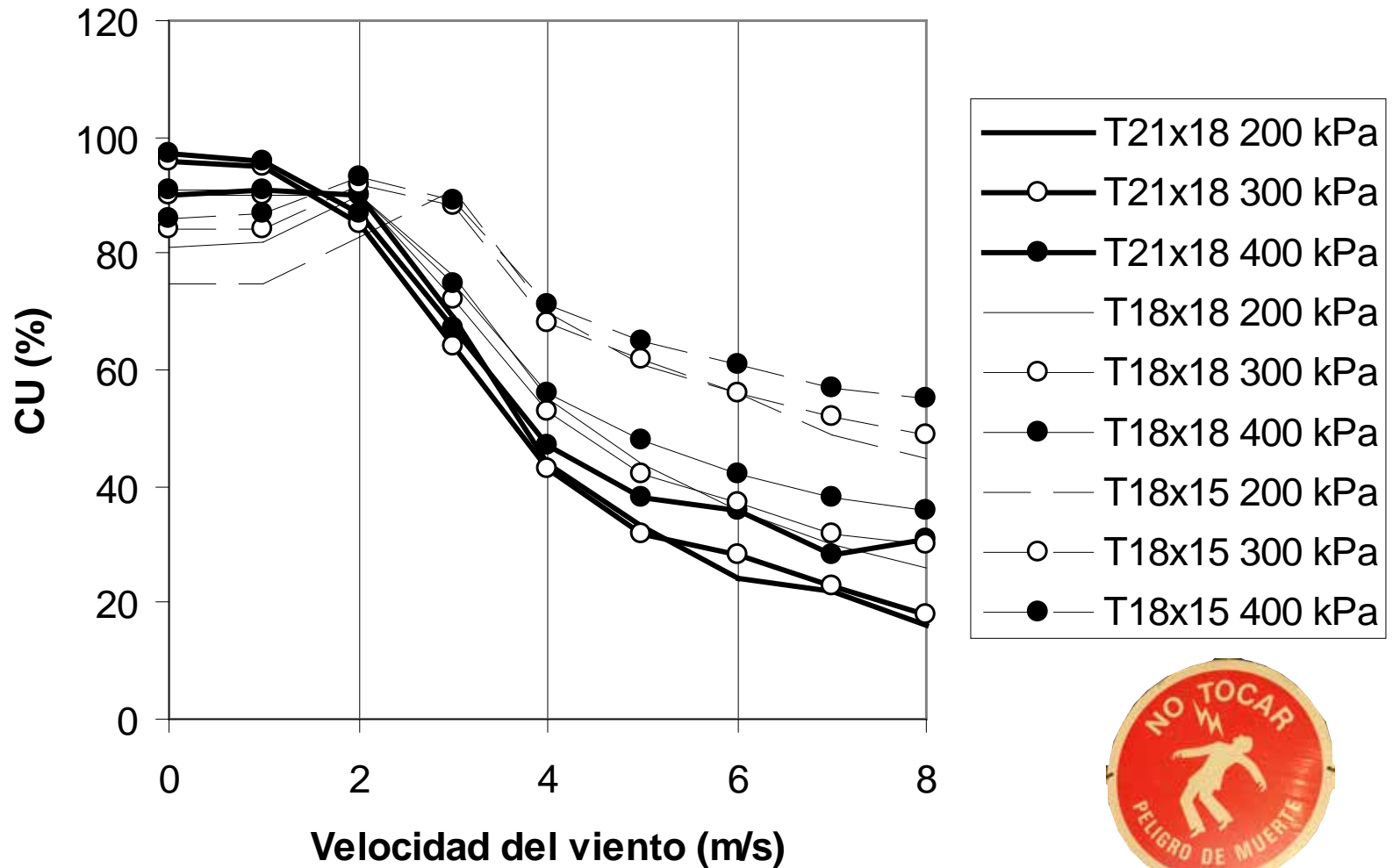
Con viento fuerte
(50-70%)



Sin viento
(90-100%)



Vientos de más de 2 m/s



Modelos de simulación: cultivos y coberturas totales

- * Cultivo / agua / producción
 - * Modelos simplificados: basados en CropWat (Smith, 1992), rápidos, robustos y sencillos
 - * Modelos completos (CropSyst, DSSAT, EPIC, STICS...): complejos, necesitan calibración local, más capacidad predictiva, predicen mejor la producción agraria
- * Coberturas totales:
 - * Modelos empíricos y analíticos de pérdidas de evaporación y arrastre (Playán et al., 2005)
 - * Coberturas totales: modelos balísticos sujetos a intensa calibración (Kincaid, 1986)

Un modelo balístico de coberturas

Simulación del riego por aspersión en coberturas

Simulación

Elija una simulación: **RC-Cierzo**

Aspersor y boquillas

Aspersor: **RC 130H**

Boquilla Principal: **4.0 mm**

Boquilla Auxiliar: **2.4 mm**

Presión (KPa): **300**

Viento

Dirección del viento (°): **290**

Velocidad del viento (m/s): **5**

Aspersores, cultivo y riego

Azimut de la línea de aspersión (°): **115**

Altura de la caña (m): **2,3**

Altura del Cultivo (m): **0,3**

Tiempo de riego (h): **2**

Horario de riego: ☐ Diurno ☒ Nocturno

Marco



☒ Rectangular ☐ Triangular (Tresbolillo)

Entre aspersores(m): **18**

Entre líneas(m): **15**

Estado de la Simulación

SIMULACION TERMINADA

Resultados de la simulación

Simulación

Nombre de la simulación: **RC-Cierzo**

Diagnóstico

Riego Uniforme con Pérdidas de Agua Moderadas

RC 130H + 4.0 mm + 2.4 mm

R 18x15 m

Presión = 300 KPa

Viento = 5 m/s

Dir. Viento



Dosis emitida (De, mm)

11

Dosis media recibida por el cultivo (Dr, mm)

8,8

Dosis máxima (mm)

12,3

Dosis mínima (mm)

3,2

Pérdidas por evaporación y arrastre (PEA, mm)

2,2

Pérdidas por evaporación y arrastre (PEA, %)

19,9

Coefficiente de Uniformidad (CU, %)

84,3

Uniformidad de distribución (UD, %)

69,2

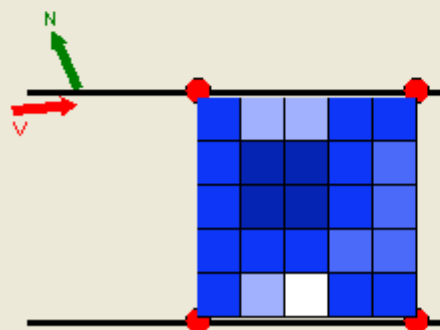
Eficiencia Potencial del cuarto bajo (EPCB, %)

67,4

Eficiencia Potencial con PEA (EPCB-PEA, %)

54

Mapa de distribución del agua



● Aspersor

■ 10,4 - 12,3 mm

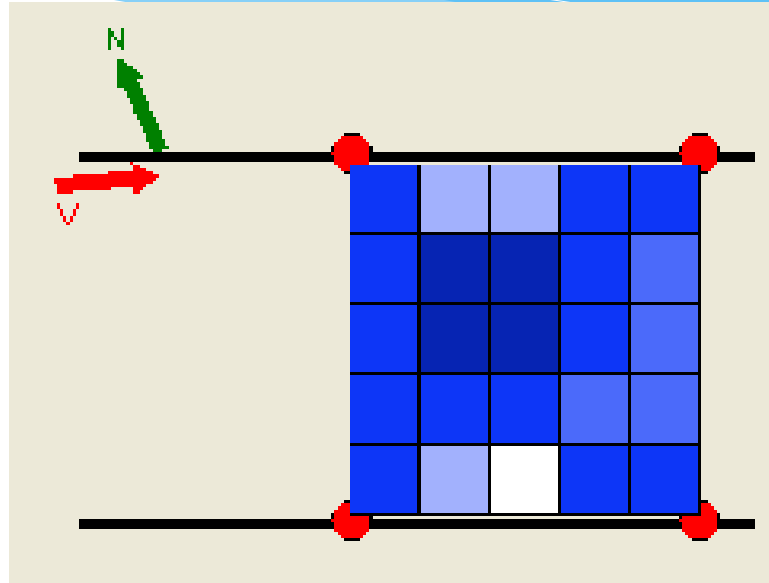
■ 8,6 - 10,4 mm

■ 6,8 - 8,6 mm

■ 5 - 6,8 mm

■ 3,2 - 5 mm

Acoplando modelos de riego y cultivos

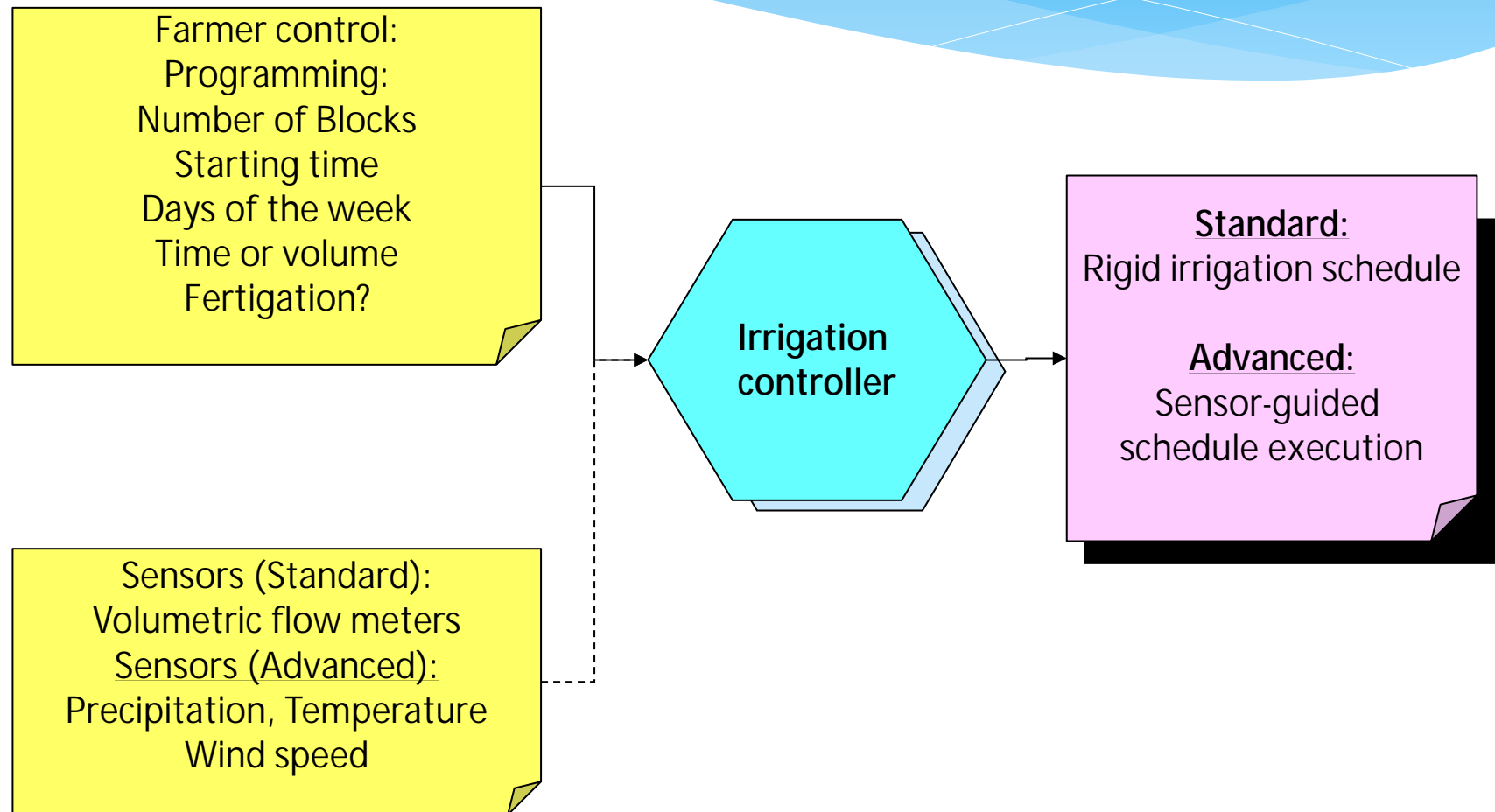


- * Un marco de aspersión se divide en 25 celdas
- * En cada celda se ejecuta un modelo de cultivos, que recibe la dosis de riego que le corresponde a ese punto

Diseñando instalaciones más inteligentes

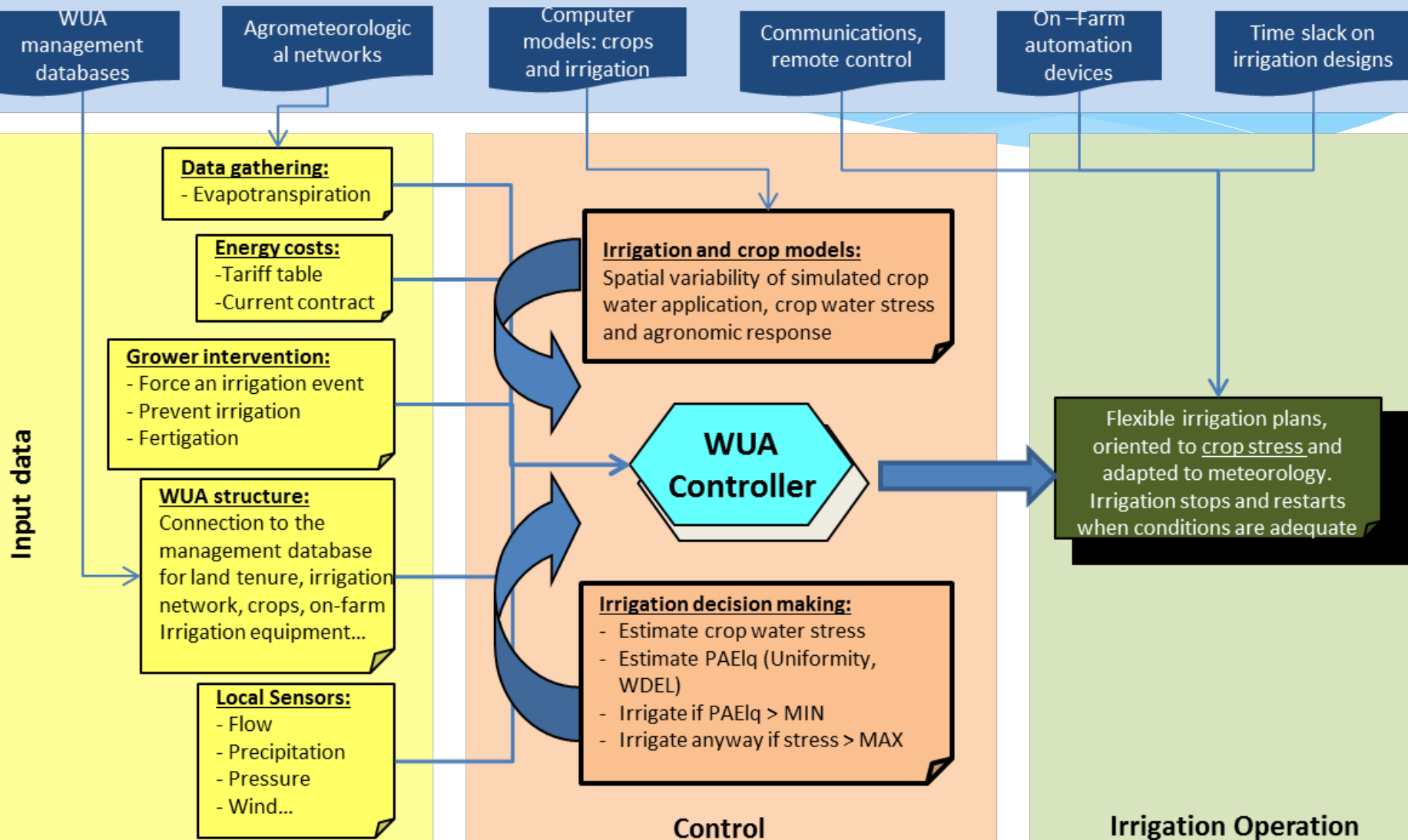
- * Sacar partido de los elementos de telecontrol
- * Evitar al agricultor el trabajo de programar el riego:
 - * Consultar la evapotranspiración y lluvia
 - * Estimar el coeficiente de cultivo
 - * Dividir las necesidades en varios riegos...
 - * ... o hacer las cosas a ojo y jugarse la cosecha
- * Un experimento de programación automática del riego:

Los programadores de riego actuales



Un autoprogramador para coberturas totales en una Comunidad de regantes

Opportunities



Ensayo de campo de un autoprogramador



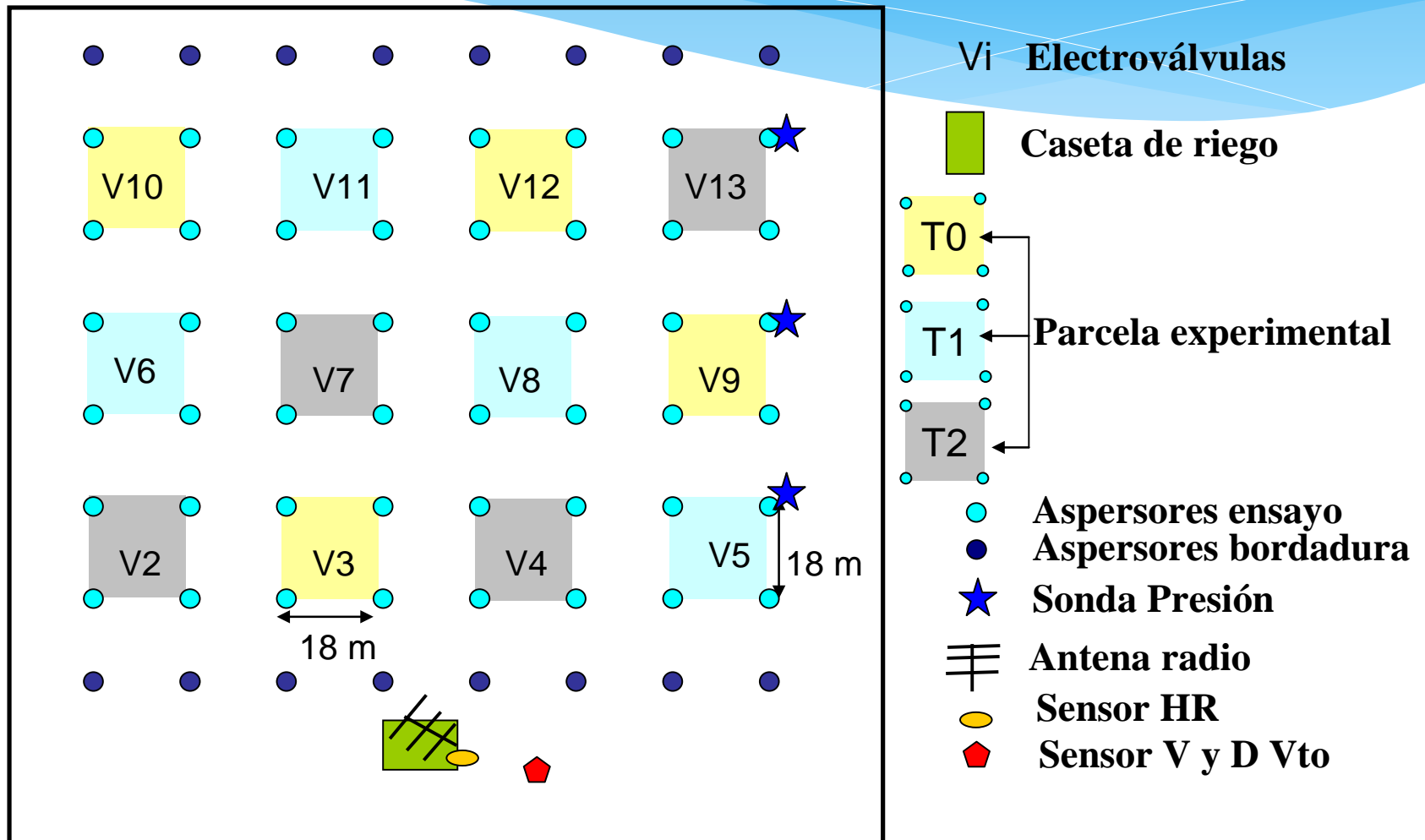
Equipo de campo



Equipo remoto



Esquema del ensayo con sus tratamientos



Los tratamientos

- * T0
 - * Un buen agricultor
- * T1 y T2
 - * La programación la hace y la ejecuta un ordenador, sin intervención del agricultor
 - * Se riega cuando es necesario y además la eficiencia de riego va a ser alta
 - * T1. Diseño de un programador en parcela, con uso moderado de modelos de riego y cultivo
 - * T2. Diseño de un programador de comunidad de regantes, con uso intensivo de modelos de riego y cultivo

Información programación automática

- * Red SIAR de estaciones meteorológicas
- * Medidas en parcela:
 - * Viento
 - * Humedad relativa
 - * Lluvia
 - * Presión
 - * Caudal

Vista general de la parcela. Dos años de ensayos en maíz 2009-2010



Vista general de la cosecha, 2009



Vista general de la cosecha, 2010



Cosechando la parcela experimental



Pesado de la cosecha de una parcela experimental en remolque pesador

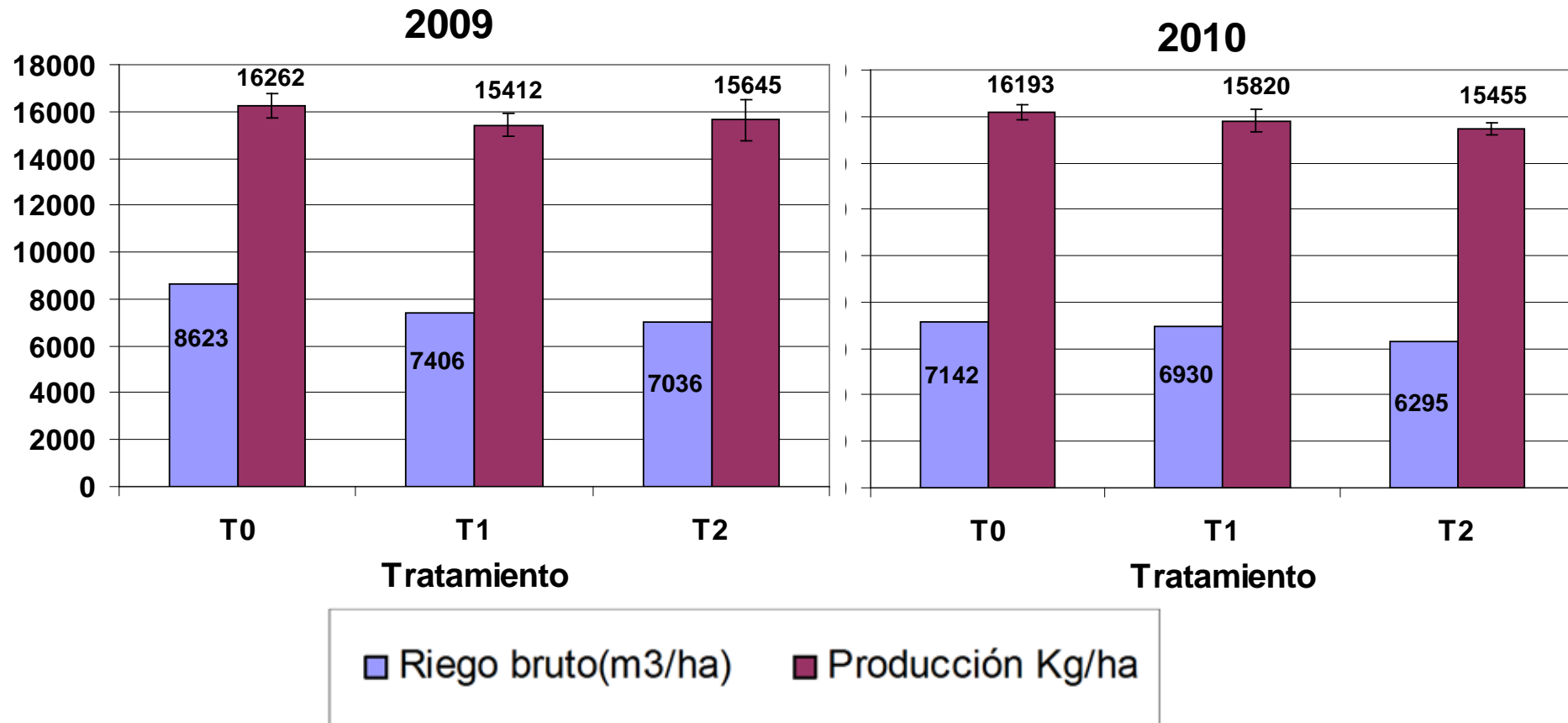


Resultados:

| Campaña de riegos | Trat. | Volumen (m³ ha⁻¹) | Vvto (m s⁻¹) | HR (%) | CU (%) | Efic Riego (%) | Efic Uso agua (kg m³) |
|--------------------------|--------------|--|--------------------------------|---------------|---------------|-----------------------|---|
| 2009 | T0 | 8.623 | 1,1 | 60 | 84 | 76 | 1,9 |
| | T1 | 7.406 | 1,0 | 62 | 84 | 81 | 2,1 |
| | T2 | 7.036 | 0,9 | 61 | 84 | 85 | 2,2 |
| 2010 | T0 | 7.142 | 1,4 | 68 | 84 | 81 | 2,3 |
| | T1 | 6.930 | 1,2 | 67 | 85 | 87 | 2,3 |
| | T2 | 6.295 | 1,3 | 67 | 84 | 86 | 2,5 |

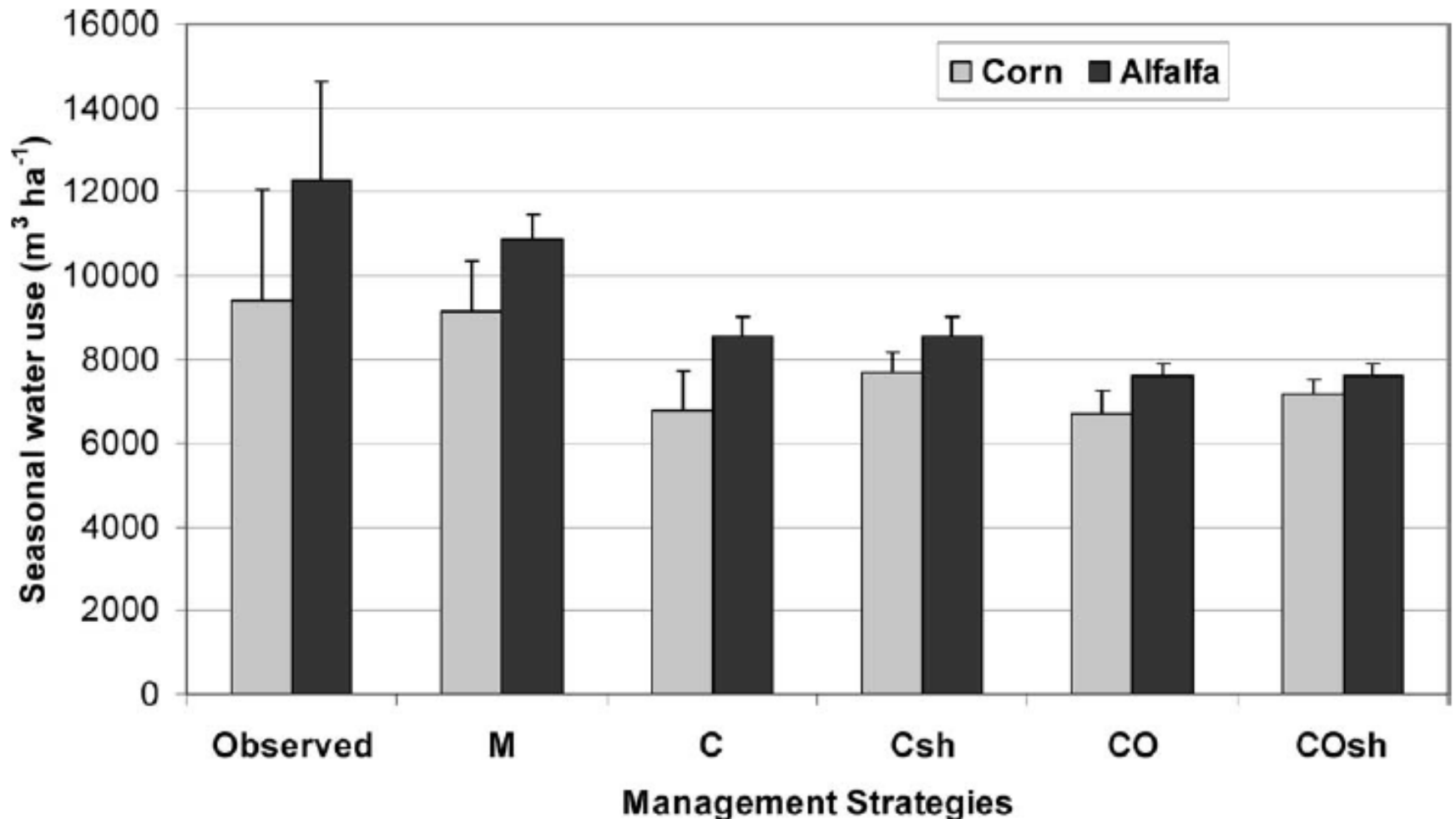
Los tratamientos automáticos ahorran agua (y energía), riegan en mejores condiciones (mayor eficiencia de riego) y la productividad del agua en kg/m³ es mayor....

Más resultados:



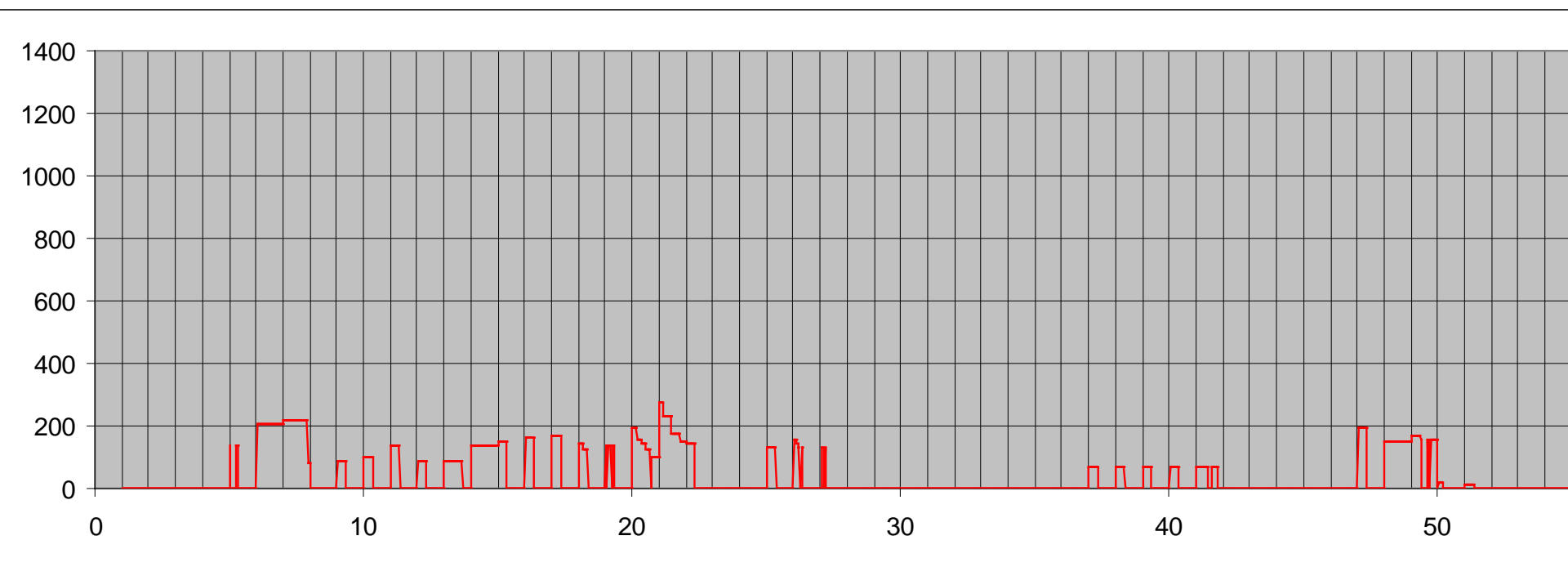
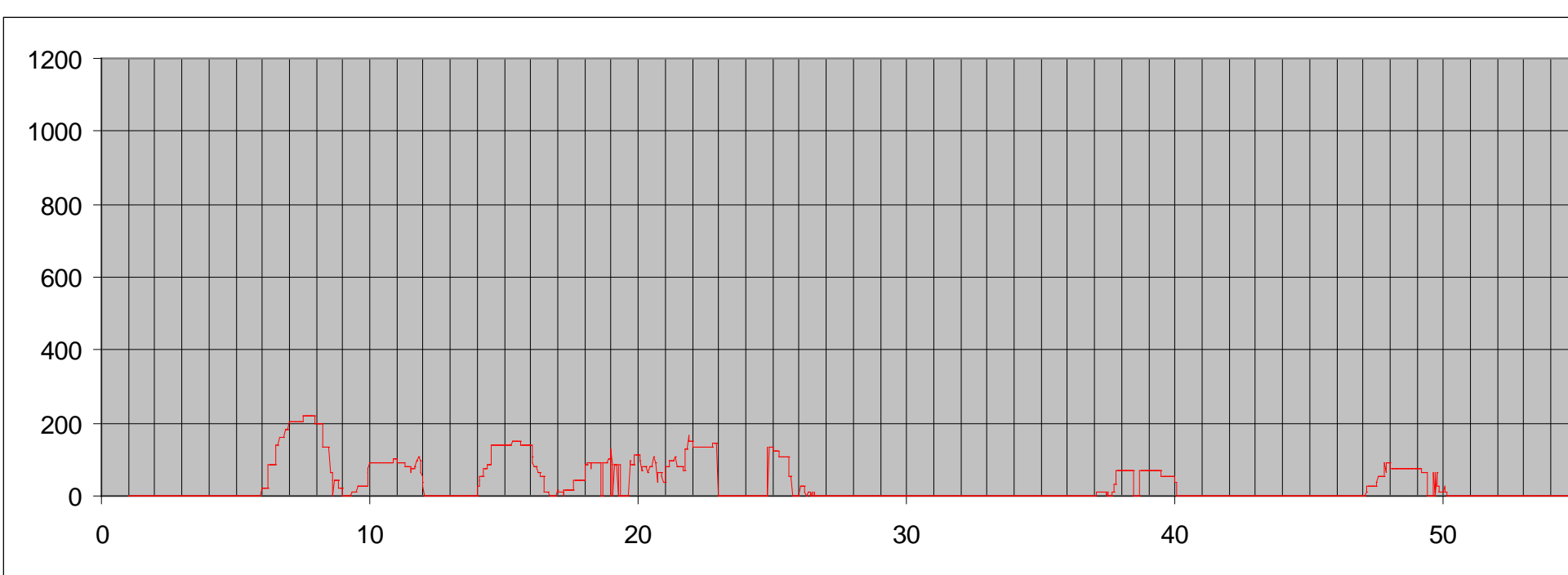
.....Además, las producciones no son estadísticamente diferentes entre tratamientos.

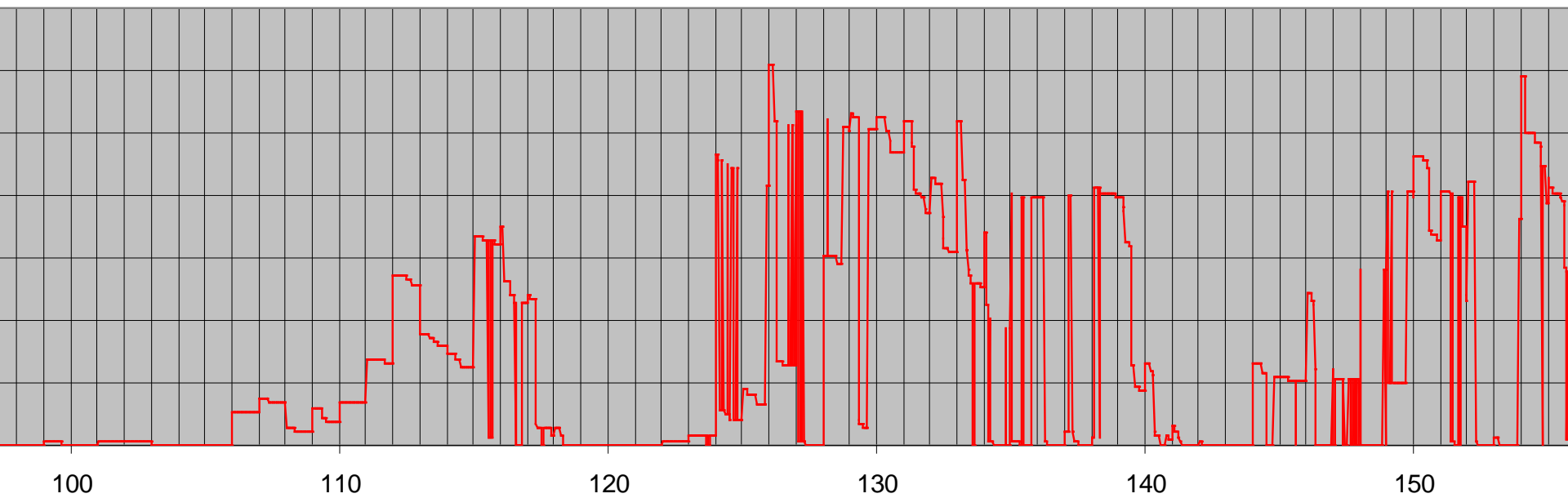
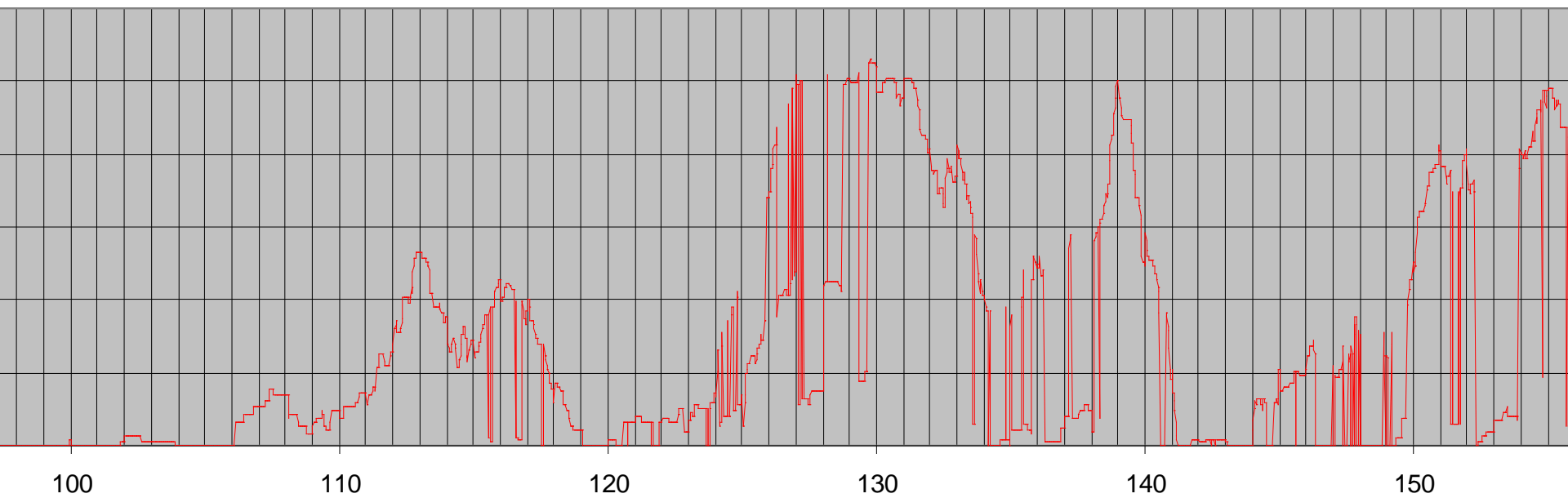
Programador colectivo a través del telecontrol

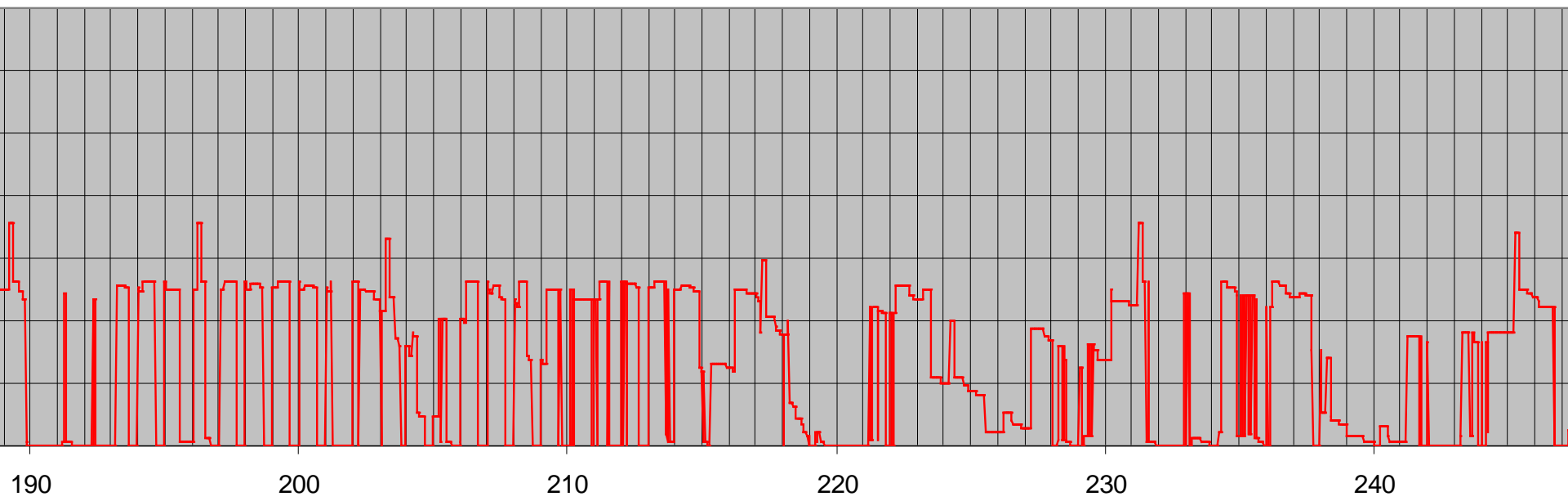
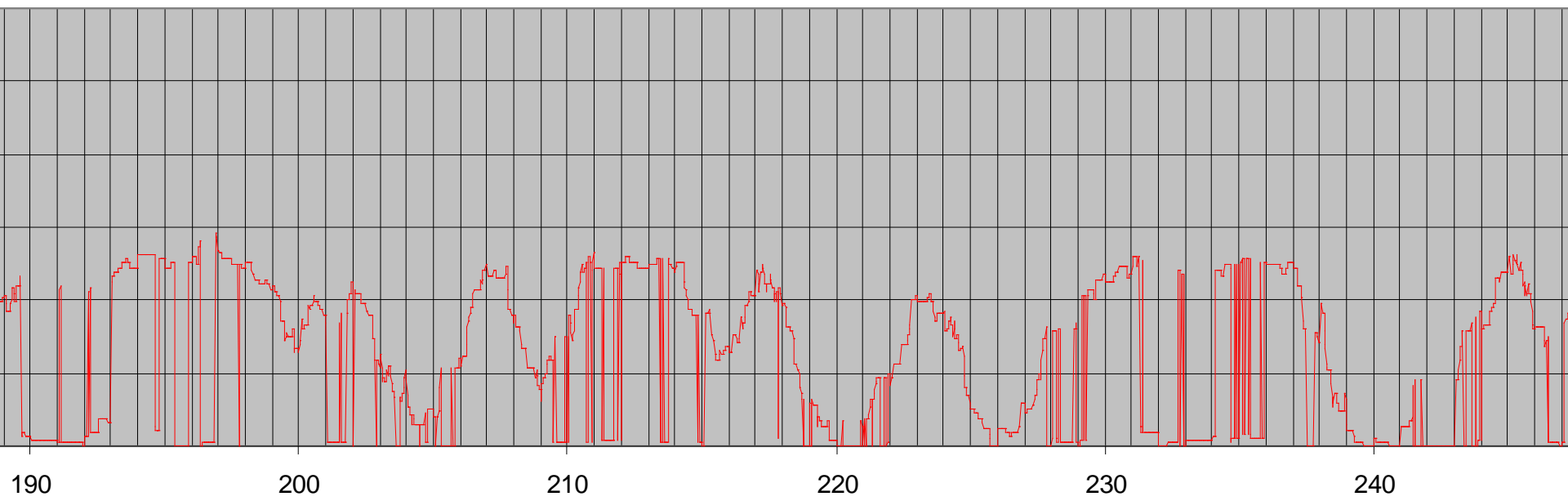


Programación automática y energía

- * Objetivo doble:
 - * Reducir el consumo de energía
 - * Reduciendo el consumo de agua
 - * Evitando los momentos de baja eficiencia de riego
 - * Reducir el coste de la energía
 - * Regar cuando la energía es barata... no se ahorra energía, sino que se ahorra en la factura de la energía
- * Hemos estudiado este caso, y mostramos los resultados para una zona regable:







El futuro (cercano)

- * La comunidad de regantes o empresas especializadas gestionarán el riego de las fincas
- * Lo harán mejor que muchos regantes
- * Se ahorrará agua y energía, y se usarán las tarifas más bajas
- * Los cultivos producirán más
- * Los regantes:
 - * Supervisarán el riego
 - * Dedicarán el tiempo a otras actividades

Riego por aspersión en
cobertura total con baja presión

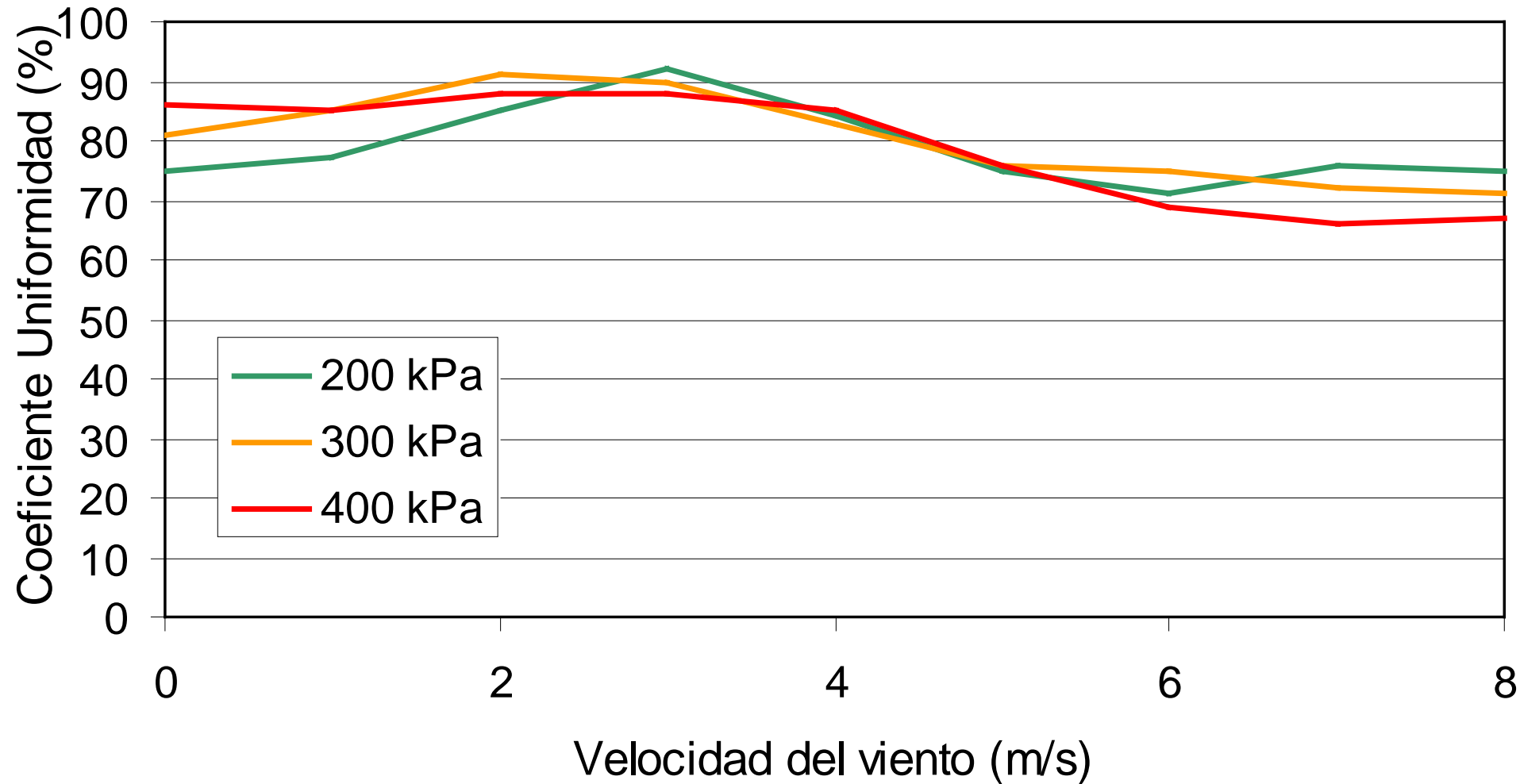
Dos campos de batalla

- * La presión en la boquilla
- * La pérdida de presión desde la tubería general hasta la boquilla

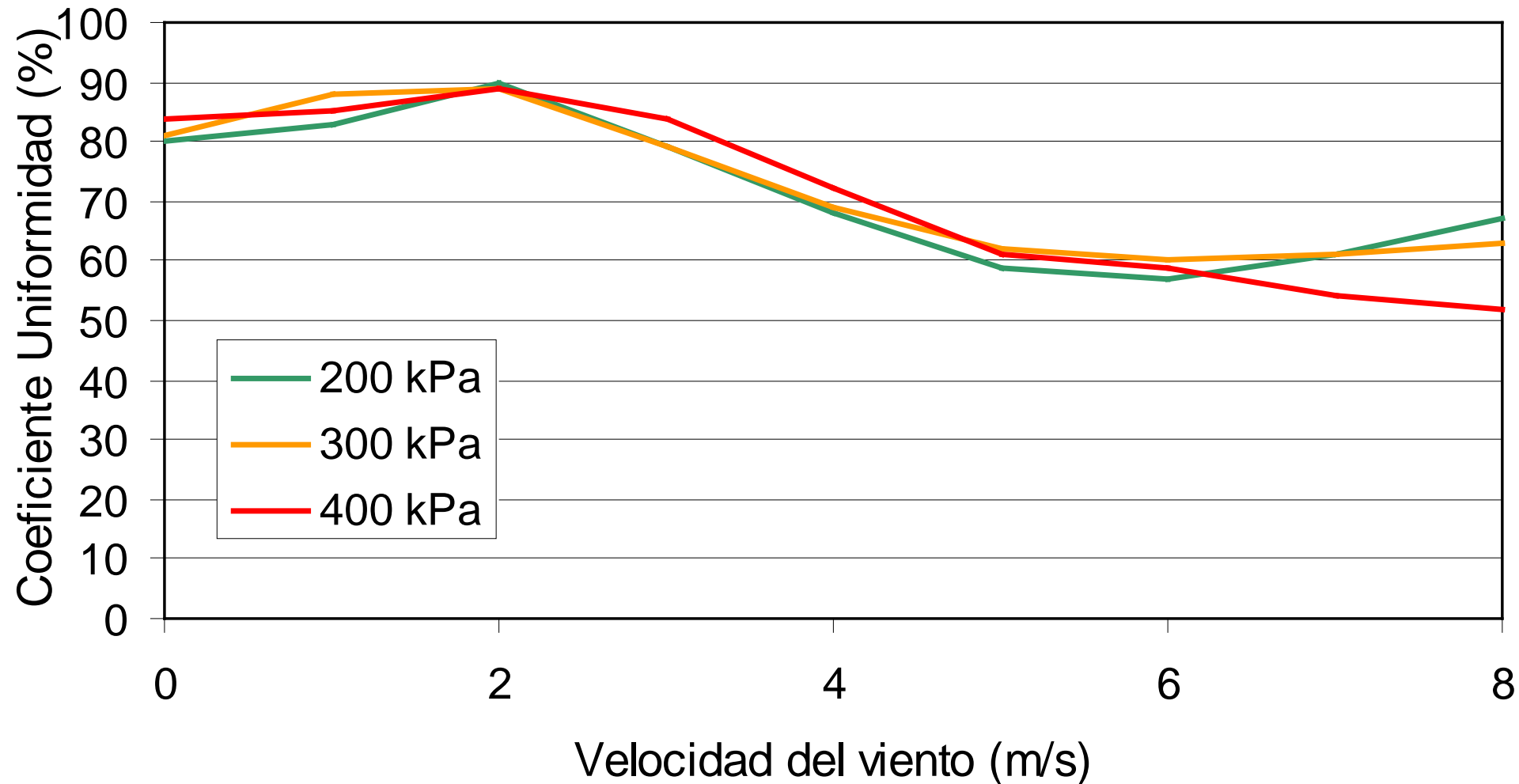
La presión en boquilla y la uniformidad del riego

- * Resultados de ensayos y simulaciones por ordenador
- * Análisis de la uniformidad en distintas presiones, marcos y velocidades del viento
 - * El efecto no es muy fuerte ni muy claro
- * Además, efecto de la presión sobre el caudal del aspersor y el número de sectores
 - * Esto sí que puede ser importante

Presión, viento y uniformidad, T18x15



Presión, viento y uniformidad, T18x18



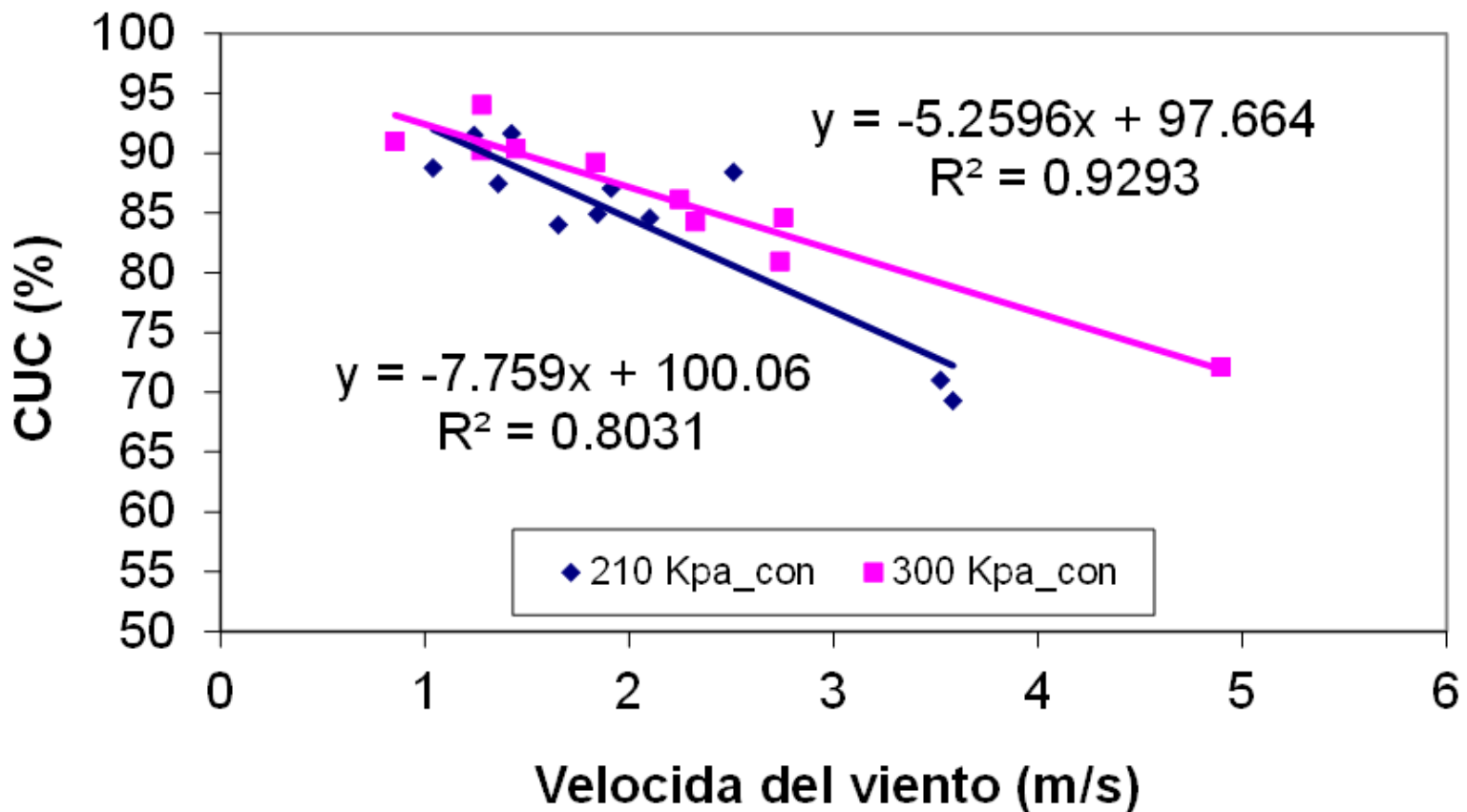
Diseño con ETc = 8.5 mm/d y 12 sectores... con las mismas boquillas

| Marco: | T 18x15 | | | T 18x18 | | |
|---------------|---------|------|------|---------|------|------|
| Presión (kPa) | 200 | 300 | 400 | 200 | 300 | 400 |
| Caudal (l/s) | 0.38 | 0.47 | 0.54 | 0.38 | 0.47 | 0.54 |
| Dosis (mm/h) | 5.1 | 6.3 | 7.2 | 4.3 | 5.2 | 6.0 |
| Horas/sect | 1.7 | 1.4 | 1.2 | 2.0 | 1.6 | 1.4 |
| Horas total | 20 | 16 | 14 | 24 | 20 | 17 |
| P6+P2 Julio | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |

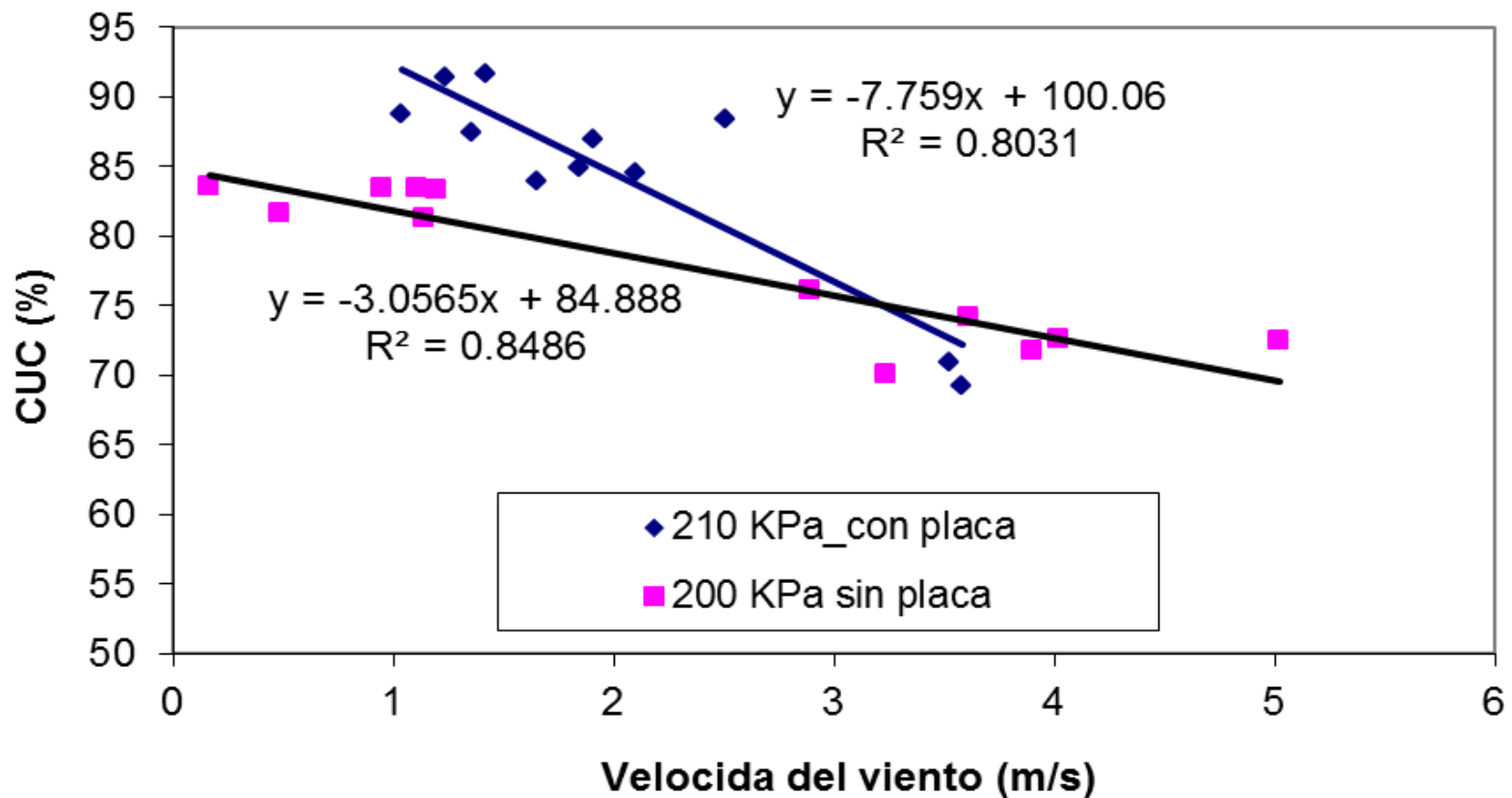
Diseño con $ET_c = 8.5 \text{ mm/d}$ y 8 sectores... con las mismas boquillas

| Marco: | T 18x15 | | | T 18x18 | | |
|---------------|---------|------|------|---------|------|------|
| Presión (kPa) | 200 | 300 | 400 | 200 | 300 | 400 |
| Caudal (l/s) | 0.38 | 0.47 | 0.54 | 0.38 | 0.47 | 0.54 |
| Dosis (mm/h) | 5.1 | 6.3 | 7.2 | 4.3 | 5.2 | 6.0 |
| Horas/sect | 1.7 | 1.4 | 1.2 | 2.0 | 1.6 | 1.4 |
| Horas total | 13 | 11 | 9 | 16 | 13 | 11 |
| P6+P2 Julio | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |

Aspersores especializados en baja presión... 200 kPa y menos



Aspersores especializados en baja presión... 200 kPa y menos



Diseñando instalaciones con menos presión en el hidrante

- * No hay gran efecto de la presión en la uniformidad
- * Con las mismas boquillas las instalaciones tienen que ser diferentes:
 - * Menos sectores
 - * Más horas de riego
- * Se puede aumentar el diámetro de boquilla para compensar la disminución de la presión
- * Puede ser interesante usar marcos más estrechos, lo que aumenta el coste de instalación

Una pincelada sobre Pivotes y sus aspersores



Principios de siglo
No menos de 130 kPa
Como un aspersor



Clásico
Intermedio
Corona circular



Reciente
Minimo 70 kPa
Como un aspersor

¿Compensa reducir la presión en riego por aspersión?

- * Se cambia agua por energía:
 - * La eficiencia disminuye, es preciso aumentar la dosis
 - * Se reduce la presión de bombeo o se elimina la necesidad de bombear
- * Analizar si el cambio es ventajoso
- * La producción no cambiará si se aumenta ligeramente la dosis de riego para compensar la eficiencia

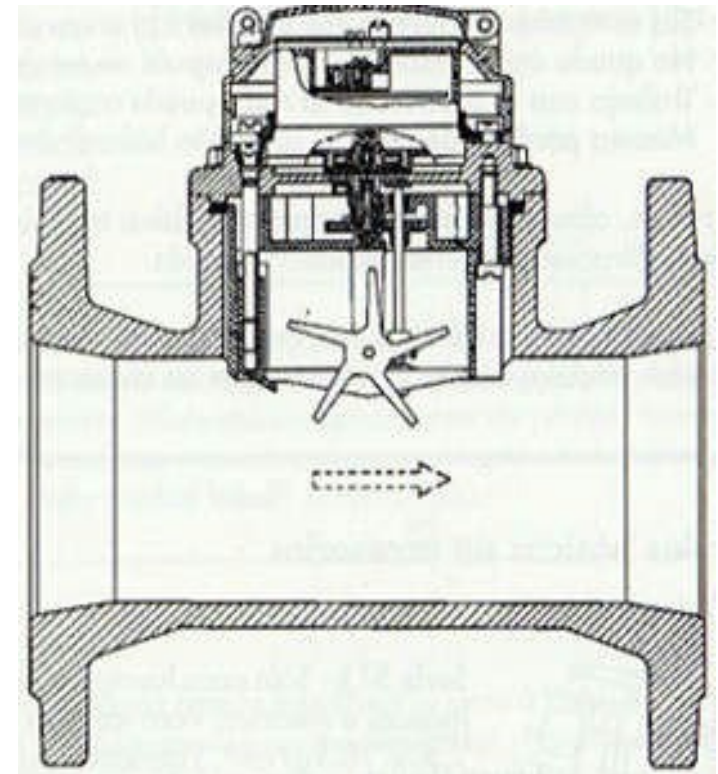
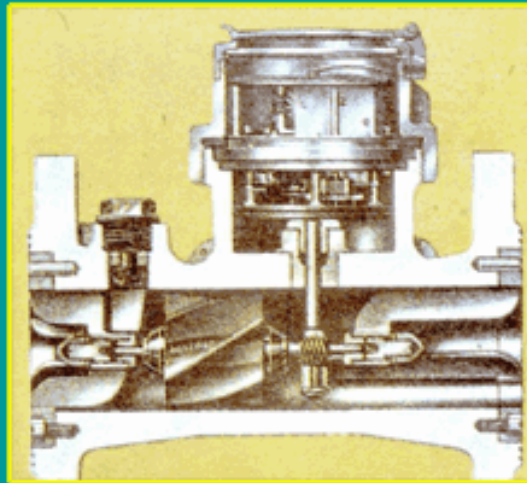
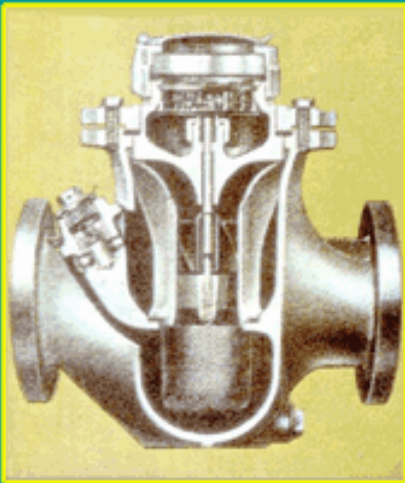
Conservando la presión en parcela

- * El hidrante puede representar pérdidas de 50 a 100 kPa:
 - * Verificar el diámetro del enlace entre tubería principal e hidrante
 - * Verificar el diámetro del filtro en hidrante
 - * Considerar contadores tangenciales
 - * ¿Necesito el regulador de presión?
 - * ¿Necesito el limitador de caudal? (¿qué tipo de limitador de caudal?)
- * Hay que ser generoso con el diámetro de las tuberías en parcela



Contador Woltman vs. tangencial

Contador Woltman

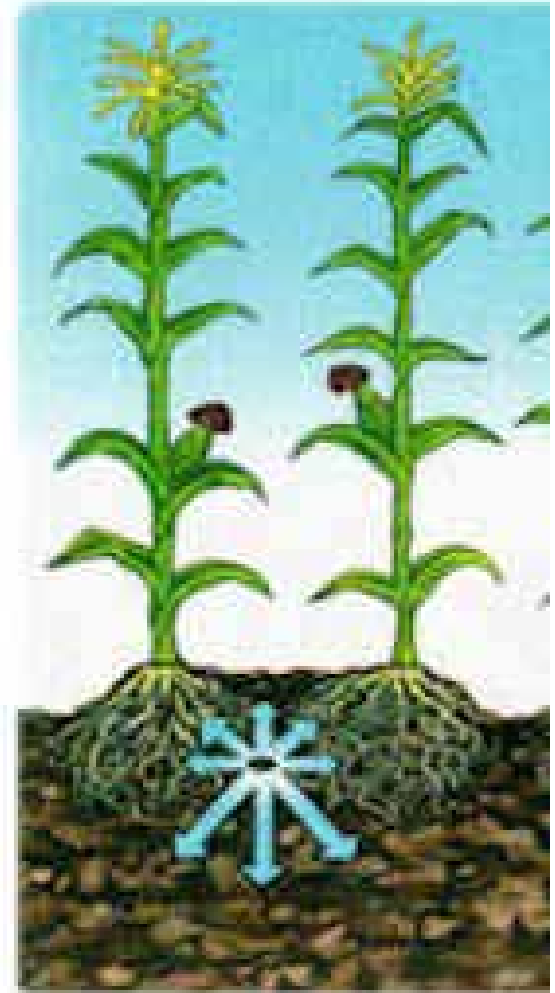


Implicaciones de uso de baja presión en el riego colectivo

- * Evita instalar bombeos colectivos
- * Aumenta la extensión de las zonas que pueden regarse por presión natural
- * Elimina la factura energética en una parte de la zona regable

Riego por goteo para cultivos extensivos





Desde la agronomía

- * Uno de los motores del riego por aspersión en el valle del ebro es la nascencia de los cultivos de verano
- * El riego por goteo enterrado necesita mucha agua para conseguir que nazcan cultivos de verano (es preciso forzar un riego ascendente)
 - * Pero es muy cómodo
 - * Funciona muy bien en rotaciones tipo alfalfa -trigo
- * El riego por goteo superficial debe de instalarse y recogerse cada año
 - * Muy buen sistema de riego

Desde la ingeniería

- * Las instalaciones a baja presión limitan la longitud de los ramales de goteo
- * El filtrado puede requerir mucha energía, y necesitar un mínimo de presión para el auto limpiado
- * Es preciso experimentar en cada tipo de suelo para conocer los parámetros óptimos de
 - * Profundidad
 - * Espaciamiento entre líneas
 - * Espaciamiento entre goteos
- * Reduce mucho la evaporación, particularmente el enterrado

Desde los costes

- * El riego por goteo necesita ser competitivo económicamente frente a las coberturas de aspersión
- * Debe ser competitivo utilizando material de durabilidad similar

A día de hoy

- * No está clara la competitividad en cultivos extensivos
- * Las presiones necesarias en hidrante pueden ser muy similares (comparando con aspersión de baja presión)
- * Es preciso que el sistema de riego permita mantener todas las opciones de cultivos sin riesgos
- * El ahorro en evaporación puede estar en 10%
- * El goteo enterrado puede necesitar pérdidas de percolación similares, dependiendo del suelo

Dos palabras sobre el Telecontrol

Telecontrol

- * Lo he defendido y lo defiendo cuando se usa
- * Encaja bastante bien en la definición de “compra pública innovadora”
- * Resuelve una demanda que en general no existe
- * ¿Qué porcentaje está en uso?
- * ¿Qué hacemos con los que no se usan?
- * El coste es relevante, hoy se financia al 6-7%
- * Nuevos proyectos
 - * ¿Qué problema hay que resolver?
 - * ¿Es eficiente en términos de coste?

Conclusiones

Conclusiones

- * Los sistemas de riego evolucionan rápidamente
- * Los agricultores son muy sensibles en estos días al coste de la energía
- * Hay tecnología para disminuir y evitar el coste
- * El diseño de los sistemas de riego se hace con los criterios del momento... es preciso considerar siempre un escenario de aumento de costes de energía